nature
الطبعة العربية
الدوريـــة الشهـــريـة العـــالميـــة للعــــلــوم

خطوط المعركة

تَنَافُس الحياة والموت بين الخلايا في أَجِنَّة الفئران صفحة 76

الانتقال
الوعـد الشـرق أوسطي
تقدّم المعاهد البحثية بالسعودية والإمارات وقطر فُرَصًا للباحثين
صفحة 81

احترار المناخ
تكاليف باهظة لتَغَيُّر القطب الشمالي
للميثان المنبعث من ذوبان الجَليد تأثيرات عالمية، نَمْذَجَتُها ضرورية
صفحة 41

التعلم الرقمي
المختبـر الافتراضي
يسعى الباحثون لطرق جديدة لتعليم مهارات العلوم العمليّة عبر الإنترنت
صفحة 30

ARABICEDITION.NATURE.COM
سبتمبر 2013 / السنة الأولى / العدد 12
ISSN 977-2314-55003



حيث
تنمو
المعرفة

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية KACST

www.kacst.edu.sa

nature

سبتمبر 2013 / السنة الأولى / العدد 12



Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

رسالة رئيس التحرير

ثورة جديدة في التعلُّم عن بُعْد

يكتشف الناس كل يوم وظائف واستخدامات أكثر وأكبر للإمكانات التي يتيحها الفضاء الإلكتروني، وللخصائص التفاعلية لوسائل الإعلام الاجتماعي. ومن بين تلك الوظائف.. تلك التي بدأت منذ فترة على استحياء، ثم صارت اليوم ذائعة الشهرة، وهي موجة جديدة في التعلُّم عن بُعْد، حتى إنها اكتسبت اسمًا مصطلحيًّا جديدًا، هو «المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت» التي تُعرف اختصارًا بالـ«مووك» Massive Open Online Courses or MOOC. حول هذه المَوْجَة الجديدة نقدم في هذا العدد من *Nature* الطبعة العربية جزءًا كبيرًا من الملف الذي نُشر في 18 يوليو الماضي بالطبعة الدولية تحت عنوان «التعلُّم الرقمي».

ففي قسم أخبار/ تحقيقات نقدم موضوعًا بعنوان «المختبر الافتراضي»، وفيه يشير كاتبه م. ميتشيل ولدروب إلى أنه «على مدى عام تقريبًا، سارعت الجامعات حول العالم لعقد مشاركات مع كبرى شركات مقررات الإنترنت المفتوحة المكثفة، في تحرُّكٍ يَعتقِد كثيرون أنه سيُحْدِث ثورةً في التعليم العالي، لكنّ الكثيرين من العاملين في مجال التعليم يرون أنه لا يمكن تحصيل المهارات العملية، إلّا من خلال التجربة. أما اليوم، فكل أنشطة المختبرات متاحة عبر الإنترنت من خلال خدمة مختبر العلوم المفتوح التي تقدمها الجامعة. وكالعلماء الممارسين، يستطيع الطلاب جَمْع بيانات حقيقية من الآلات والأدوات التي يجري التحكم فيها عن بعد»، لكن «يتخوف بعض الباحثين من أن مختبرًا افتراضيًّا بالكامل قد لا يعوِّض أبدًا الوقتَ الذي يقضيه الطالب أمام مائدة المختبر التقليدي»، وهو التخوف الذي يناقش الموضوع كيفية التغلب عليه.

أما في قسم التعليقات، وتحت عنوان «انظر حولك، ثم انطلِقْ»، يؤكد مايكل إم كرو الجانب الثوري من تقنية «المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت» في قدرتها على الوصول إلى الملايين من المتعلمين الذين لم يلتحقوا بكليات، أو جامعات. ويبدو من المفارقات أن المؤسسات الأكاديمية التي أصبحت الأكثر انتقائية من حيث ممارسات القبول، والأكثر تأثيرًا في مجال البحوث، هي نفسها التي أخذت خطوات رائدة في تقديم خدمات «المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت»، التي وضعها أساتذتها لفائدة الملايين من الطلاب. والواقع أنّ هذا الانتقال من فرص الوصول المحدودة إلى سوق التعلُّم الجماعي يتّسق مع قيم تلك الجامعات؛ حيث يوسِّع مدى تأثيرها المجتمعي. أعتقدُ أنَّ التعلم عبر الإنترنت سيُمَكِّن من خلق بيئات للتعليم، متعددة التخصصات، عالية السرعة، وربما أكثر فعالية، وذلك في جميع أنحاء العالم. ورغم ذلك.. فإن ردّ فعل العديد من الأوساط الأكاديمية ووسائل الإعلام لتوفر الكم الهائل من «المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت» يذكِّرنا بالهستيريا التي قابَلها الغزاة الغرباء في أفلام الخيال العلمي «بالب» في حقبة الخمسينات. إنّ الناس يخشون ما يجهلون.

وفي قسم «مهن علمية» تحاول سارة كيلوج الإجابة على سؤال: «كيف تصمِّم محاضرات إلكترونية عبر الإنترنت؟»، حيث تشير إلى أنه خلال «العامين الماضيين أصبحت المؤسسات الأكاديمية ومراكز صنع السياسات والمؤسسات البحثية حول العالم شريكًا في المواقع التي تستضيف دورات مفتوحة عبر الإنترنت، ومن بينها موقع "كورسيرا"، و"إيدكس" edX في كمبريدج بماساتشوستس، و"أوداسيتي" Udacity في ماونتن فيو. وبإمكان المؤسسات أو المحاضرين الذين يتطلعون إلى القيام بذلك بأنفسهم - دون تلك المِنَصَّات - أن يضعوا تسجيلات محاضراتهم على موقع "يوتيوب"، وغالبًا ما تكون تلك المحاضرات المفتوحة عبر الإنترنت مجانية، ولها فروض دراسية واختبارات، تمامًا مثل نظيرتها التي تُدَرَّس في الجامعات، لكنها أيضًا تضم مجموعات نقاشية، يمكن لعشرات الآلاف من الطلاب الاشتراك فيها؛ لمشاركة الأفكار، ومناقشة المحاضرات». وقد يشعر المُحاضِرُون بِثِقَل التحدي المتمثِّل في جَعْل سلسلة المحاضرات في أحد الموضوعات الشائعة أقصر، وأكثر حيوية، وأسهل للفهم على شاشة الكمبيوتر، لكنّ مصممي تلك المحاضرات الإلكترونية المتمرِّسين يقولون إنّ تلك المهمة تستحق بجدارة ما يُبذَل فيها من مجهود، لأن المحاضرات سيتم اختبارها على نطاق واسع. وبالرغم من أنها ـ بشكل عام ـ لا تُدِرّ دخلًا إضافيًّا، إلا أنها تعطي فرصةً للمدرسين لتطوير طرق تدريس العلوم، وتوصيلها إلى جمهور جديد من المبتدئين، وتشجيع النقاشات عبر الوسائل المتطورة.

المَوْجَة إذًا آخِذَةٌ في الاتساع والتعمق والتطور، ورغم ذلك.. ما زالت تثير جدلًا، لكنها ـ بلا شك ـ تمثل مقدمة ثورة جديدة في عالم التعلُّم عن بُعْد.

رئيس التحرير
مجدى سعيد



المحتويات

سبتمبر 2013 / السنة الأولى / العدد 12

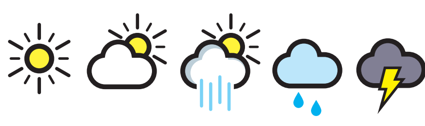
هـذا الشـهـر

أخبـــار فى دائرة الضـوء









تعليقات

كتب وفنون



قراءات الإجازة
كُتُب الصيف
فريق محرِّري *Nature* يشارك معكم اختياراته من الكتب للعطلة الصيفية. صفحة 46

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

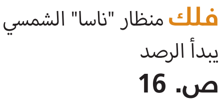
سبتمبر 2013 / السنة الأولى / العدد 12

أبحـــاث

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــــذا الشــــهــــر

افتتاحيات



اختبار سياسات «الأبينوميكس»

كان النجاح في الانتخابات بمثابة طوق النجاة لرئيس الوزراء الياباني شينزو آبي، إلا أنه يتحتم عليه أن يُظهِر أن سياساته القائمة على أسس علمية تأخذ آراء الباحثين بعين الاعتبار.

جاء النجاح الساحق للحزب الياباني الليبرالي الديمقراطي في انتخابات مجلس الشيوخ ـ التي أُجريت في 28 يوليو الماضي ـ بمثابة تتويج للدعم الذي يحظى به رئيس الوزراء الحالي في بلد يميل دائمًا نحو سحق قياداته السياسية، ولَفْظِهم بعد وقت قصير. وتُعَدّ برامج شينزو آبي للتحفيز المالي من البرامج المألوفة لدى جموع الناخبين، التي نفخت من جديد في روح بلدٍ كان يعيش حالةً من الشلل الاقتصادي.

وعلى ذلك.. فماذا تعني إعادة الانتخاب بالنسبة إلى البحث العلمي والعلوم؟ لقد كان آبي ـ الذي آلت إليه مقاليد السلطة في سبتمبر الماضي ـ كريمًا نسبيًّا ـ وما زال ـ في الإنفاق على البحث العلمي. إن رئيس الوزراء الذي امتد عمره في السلطة إلى ما يربو على عامٍ، ربما ينجح في تحقيق بعض الاستقرار للسياسات العلمية التي تعاني من الترنح وعدم الاستقرار. فقد تقلّص دور مجلس سياسات العلوم والتكنولوجيا ـ على سبيل المثال ـ الذي كان ذات يوم أحد المؤسسات النافذة في تحديد وتوجيه الأولويّات العلمية للبلاد على مدى السنوات الثلاث الماضية؛ ليصبح مجرد آلية للتصديق على قرارات الآخرين، لكنه اليوم يستعيد هذه الحيوية من جديد.

يمتلك آبي رأس المال السياسي الذي يستطيع الإنفاق منه، لكنه ربما اختار أن يستخدمه للدفع قُدُمًا بالمواقف التي لا تحظى بالشعبية من قِبَل العلماء والجماهير على السواء.

من بين هذه المواقف.. يأتي أولًا موقفه المؤيِّد للطاقة النووية، فجميع استطلاعات الرأي تؤكد عدم رغبة اليابانيين في إعادة تشغيل المفاعلات النووية التي تم إغلاقها بعد حادثة فوكوشيما في عام 2011، إلّا أن آبي يدفع مليًّا في هذا الاتجاه. لقد حاول رئيس الوزراء التأكيد على فكرة أن النظام الرقابي على الطاقة النووية ـ الذي كان يعاني قصورًا واضحًا خلال الفترة الماضية؛ مما أدى إلى وقوع حادثة فوكوشيما ـ قد تمت معالجته، إلا أن الأحداث على مدى الأسابيع القليلة الماضية دَلَّتْ دلالة واضحة على أن المفاعلات النووية المُشِعَّة بصورة كارثية لا تعمل حتى الآن بصورة صحيحة، ولا يعمل النظام الرقابي المعمول به حاليًا في البلاد كذلك بشكل سليم. فقد كان آخر الأحداث التي أثارت موجة كبيرة من السخط هو ذلك الاكتشاف الخاص بمُشَغِّل فوكوشيما، المتمثل في «شركة طوكيو للطاقة الكهربائية» التي انتظرت خلال هذا العام لمدة تزيد على شهر، قبل الاعتراف بأنّ مياه المحطة المشعة كانت تتسرب إلى البحر. وقد قامت هيئة تنظيم الطاقة النووية باليابان بالاضطلاع بمهامها، وذلك بلفت الانتباه العام إلى التلوث منذ أسابيع. والسؤال الذي يُثار الآن: ما هي السلطة التي يمتلكها النظام الرقابي، إذا كان المُشَغِّل النووي يعاني من البطء الشديد في استجابته؟ يرى المراقبون المتشككون في الإجابة على هذا التساؤل أن النظام الرقابي آثَرَ الانتظارَ حالما تنتهي الانتخابات؛ لتأكيد هذه الأخبار السيئة.

> «تمثل هذه المقترحات تهديدًا في نظر العلماء في الوقت الراهن».

لقد تعرَّض دَعْم آبي للتوجه العلمي لردود فعل متباينة، حيث تناغم تأكيده على نقل التكنولوجيا مع رغبات رجال الصناعة، حيث ستساعد مشروعاته على دمج أبحاث الطب البيولوجي تحت مظلة هيئةٍ على غرار «المعاهد الوطنية للصحة» بالولايات المتحدة الأمريكية، إلا أن «المعاهد الوطنية اليابانية للصحة» ـ التي يجري التخطيط لها ـ تختلف تمامًا عن نظيراتها بالولايات المتحدة (التي أخذت عنها الاسم)، حيث يجري التخطيط لها لتُرَكِّز على العلوم التطبيقية، كما أنها سوف تخضع ـ في المقام الأول ـ لإشراف آبي وكبار الموظفين، بدلًا من العلماء (انظر: *Nature* **499**, 136-137; 2013).

إن هذا من شأنه أن يطيح بالبحث العلمي جانبًا. وبالفعل، لقد وضعت اليابان جُلّ تركيزها ـ بتفاؤل شديد ـ في الخلايا الجذعية المحفِّزة، وتم تخصيص التمويل اللازم للوصول إلى مزيد من النتائج، إلا أنه ينبغي عليها أن تُولِي مزيدًا من التفكير والاهتمام لِمَا يمكن أن تسفر عنه البحوث العلمية والتطبيقات الإكلينيكية، حيث يشعر العلماء في المجالات الأخرى بالتهميش. ويبقى السؤال: هل يمكن للمعاهد الوطنية للصحة باليابان أن تدرك ذلك التوازن المفقود؟ هذا بالتحديد ما ينبغي عليها فعله، إلا أنّ مقترحات آبي لا تَعِد بذلك.

إن «المعاهد الوطنية للصحة» بالولايات المتحدة ـ التي تأخذ آراء العلماء بعين الاعتبار ـ يمكن أن تكون نعمةً حقيقية لليابان؛ إلا أن هذه المقترحات تمثل تهديدًا حقيقيًّا في نظر العلماء في الوقت الراهن، لا سيما إذا ما أخذنا في الاعتبار أنها تُطبَّق من القمة إلى القاعدة.

إن نتائج الانتخابات تشير بجلاء إلى أنّ آبي يفعل شيئًا ما بصورة صحيحة، ولكن يبقى أن تقديم مزيد من العلم وقليل من السياسة في عملية إنشاء معاهد على غرار المعاهد الوطنية للصحة بالولايات المتحدة الأمريكية سوف يكون دلالةً مبكرة على أن قدرته على الاستماع تكافئ قدرته على القيادة. ■

خطر مقاومة المضادات الحيوية

يجب على الباحثين تعزيز دعوتهم إلى السعي لمكافحة مقاومة المضادات الحيوية.

شَهِدَ خطرُ مقاومة المضادات الحيوية المتنامي ارتفاعًا ملحوظًا في وَعْي عامّة الناس وصانعي السياسات (انظر: *Nature* **495**, 141; 2013). ويرجع ذلك ـ بشكل كبير ـ إلى دعوة الباحثين لمعالجة المشكلة على الفور. فمشكلة مقاومة المضادات الحيوية هي قضية علمية متعددة الجوانب؛ وتحتاج إلى جهد دولي منسَّق للحفاظ على الضغط؛ من أجل اتخاذ إجراءات نافذة.

سوف تكون هناك بعض التدخلات البسيطة التي تعوق مسيرة تلك المقاومة، لكسب الوقت من أجل استجابة البحث العلمي، مثل توجيه الأطباء إلى عدم إعطاء وصفات طبية غير ضرورية من المضادات، والحد من استعمال المضادات الحيوية للماشية؛ لتعزيز النمو. وقد بيَّنت التجارب صعوبة تغيير توقعات المرضى والأطباء، كما أن جماعات الضغط بمجال الزراعة لن تتخلى بسهولة عن استعمال المضادات الحيوية. ولذلك.. فحتى إحراز الهدف السهل سوف يتحول إلى معركةً ضارية تتطلب عزيمة وإصرارًا.

مع ذلك.. ما زال صوتُ هذه الدعوة يعلو بشكل متزايد. وقد حان الوقت لإثارة انتباه الإرادة السياسية المتباطئة، حيث أصبحت وكالات صحة الحيوان، والوكالات الدولية العامة، والسلطات الوطنية على وعي كامل بالخطر الذي يلوح في الأفق. وقامت منظمة الصحة العالمية بدق ناقوس الخطر؛ من أجل التحرك العالمي لمجابهة المشكلة (انظر: go.nature.com/tzwdmz). فضلاً عن ذلك.. يبدو أن مقاومة المضادات الحيوية تتحرك لتحتل أولويّة على جدول أعمال مموِّلي البحث العلمي، رغم أنه ما زال هناك الكثير يتعين القيام به لرفع مستوى التمويل الكلي، وتحصينه، وتوجيهه إلى البحث العلمي؛ لاكتشاف وتطوير مضادات حيوية جديدة بصفة خاصة.

ويجب أن يستمر الباحثون في ممارسة الضغوط على السياسيين، ومؤسسات التمويل والصناعات الدوائية؛ من أجل تطبيق الوسائل الفعّالة للحدّ من تَفَشِّي المقاومة، ومواجهة الندرة الصارخة للمضادات الحيوية الجديدة في مشروعات قيد الإعداد لتطوير العقاقير. ■

منافع رسم خريطة الدماغ

هناك مشروعان كبيران لديهما المقدرة على إحداث ثورة في علم الأعصاب، طالما لم يستنفدا الأموال من أعمال أخرى، وتتم مراقبتهما لإبقائهما على الهدف.

يوجد عدد من العصبونات في المخ البشري، يقارب عدد الصفحات على الشبكة الإلكترونية. ويمكنك إضافة مليون إلى هذا العدد، أو إنقاص مليون منه. ومع هذا.. فشبكة توصيلات الدماغ أكثر تعقيدًا من الشبكة الإلكترونية. «يمكنك أنْ تتصورها هكذا» حسبما يقول كونراد كوردينج، عالِم الأعصاب بجامعة نورثوسترن في شيكاجو بولاية إلينوي، في إطار وصفه المهمة المقبلة للبرامج البحثية لفهم الدماغ التي تكلفت مليارى دولار «فبينما تقوم صفحات الشبكة الإلكترونية بالربط فقط بينها وبين بعض الصفحات الأخرى بشكل خطي، يقوم كل عصبون بالربط بينه وبين آلاف غيره بشكل غير خطي».

يَعْرِفُ علماء الأعصاب القليلَ ـ بدرجة مفزعة ـ عن تعقيد الدماغ. لقد رسموا التخطيط العام لتشريح الدماغ، كما أدركوا أن الوظائف الفردية ـ بدءًا من اتخاذ القرار لرفع كوب، وصولاً إلى الشعور بالحسد ـ تَمُرّ بدوائر تتخطى حدود التشريح. كما تمكنوا من فحص النشاط الكهربائي المفصل لعدد صغير من العصبونات، والاستخدام الماهر لتقنيات التصوير التي تبين أي مناطق الدماغ تنشط أثناء القيام بمهام محددة، مثل مشاهدة صور لطيفة، أو غير لطيفة. ومع ذلك.. فهذه المعلومات البسيطة (بالقياس إلى ما يتعلق بالدماغ) لم تقد علماء الأعصاب إلى الصورة الأكبر، التي تتمثل في: ما الذي نقصده بالوعي الإنساني، وما الذي يجعلنا متفرّدين، أو لماذا يصاب البعض بالأمراض النفسية؟ إن علماء الأعصاب في حاجة إلى أنْ يربطوا بين النقاط.. وهناك الكثير منها.

يعتقد الكثير من العلماء حاليًا أنّ التقدم الحقيقي لمعرفة كيف يعمل الدماغ يمكن أن يتم فقط من خلال مبادرة علمية ضخمة متعددة التخصصات، لها تمويل كبير من نوع مبادرة «برين» BRAIN (أبحاث الدماغ من خلال النهوض بالعلوم العصبية المبتكرة) التي وعد بها الرئيس الأمريكي باراك أوباما، ومشروع المفوضية الأوروبية للدماغ البشري، حيث تم إطلاقهما هذا العام. وستكون الخطوات الأولى هي تطوير تقنيات؛ لرسم تخطيط الدماغ بشكل تفصيلي غير مسبوق فيما يتعلق بالنشاط والتشريح، وتطوير علوم الأعصاب النظرية؛ لتكوين معنى مترابط منها.

يثير هذا الأسلوبُ الرهبةَ، فمِن المتوقَّع أن ينفق كل من البرنامجين الكبيرين مليار دولار أمريكي أو أكثر على مدى العقد القادم (رغم أن الأموال ليست متاحة بعد بشكل كامل في البنوك). يشعر بعض العلماء بالقلق حيال ضخ مثل هذه المبالغ الضخمة في برامج تتوجه من القمة إلى القاعدة، حيث إنها ستقلل من الدعم المقدَّم إلى المشاريع الصغيرة الموجَّهة بالفرضيات في المختبرات الفردية. ويساورهم القلق كذلك بأنْ تضيع الأموال من خلال دَفْقِها في مخططات، يتضح فيما بعد أنها غير مفيدة.

ولديهم الحق بالطبع في الشعور بالقلق، ويجب أخذ مخاوفهم في الحسبان، فالأموال التي ضُخَّت في مراحل الإطلاق لكلا البرنامجين الكبيرين هي حقًّا أموال جديدة، وهكذا يجب أن يكون الباقي أيضًا. ومع تطور البرامج، يجب ألا تتعدى على تمويل البحث العلمي الذي يُوَجَّه إلى الباحثين المستقلين. ومن الضروري أنْ يضمن المجتمع العلمي العريض المشارك في التصميم والإشراف أن تظل العمليات شفافة، وأنْ تتم وفق المسار السليم، وأنْ تستند إلى الواقع الحقيقي.

من بعض النواحي، تحمل التوترات الحالية ـ التي تغلب على مجتمع العلوم العصبية ـ بعض أوجه المقارنة بتلك التي صاحبت إطلاق مشروع الجينوم البشري في بداية التسعينات. فقد أحدثت التقنيات الجديدة ثورةً في علم الأحياء الجزيئي في العقد الماضي، ولكنّ تدفق البيانات لم يستطع تناول الصورة الأوسع لكيفية عمل الجينات؛ لكي تبقينا أصحاء، أو تصيبنا بالمرض. ومن هنا ظهرت الحاجة إلى إرجاع البيانات إلى متواليات الجينوم المفصلة. وانتحب كثيرٌ ممّن ينتمون إلى المجتمع العلمي على المدى الصناعي للعمل ومركزيته، وتنبأ العلماء بنهاية البحث الذي يوجهه الباحث الفرد. وفي النهاية، عملت النتائج على دعم المشاريع الفردية؛ وأحدثت ثورة في فهمنا للكثير من الأمراض. ولا يوجد الآن عالِم أحياء جزيئي نادم على الاستثمارات المركزية في مشروع الجينوم البشري، حتى لو أنها بيَّنت ـ بشكل غير متوقَّع ـ أنّ تسلسل الحمض النووي الخاص بنا يتحكم فينا بشكل جزئي فقط. ويحدد الباحثون حاليًا الآليات التي يتغير من خلالها التعبير الجيني عن طريق بيئتنا المتغيرة.

وبالمثل.. ستظهر مكاسب كبيرة من المشاريع الكبيرة لدراسة الدماغ، بالرغم من أنه لا مفرّ منها. إن خطرَ الفشل كبيرٌ، إلا أنّ مكافآت النجاح ضخمة. ففي السنوات الأخيرة انسحبت صناعاتٌ دوائية كثيرة من عملها على اضطرابات الدماغ، بعد الكثير من الإخفاقات في العقاقير المرشَّحة في التجارب. لذلك.. هناك حاجة ملحة إلى أساليب جديدة في معالجة الاضطرابات التي تظهر عند الشباب، مثل الفصام، أو اضطراب طيف التوحد، وتلك الاضطرابات التي تبدأ في عُمْر متقدِّم، مثل الزهايمر، أو داء باركنسون. ومن الأرجح أن تضع خرائطُ الدماغ المرجعية المفصلة والموثوق فيها من قِبَل البحث العلمي على أرض الواقع؛ فتجذب الصناعة مجددًا.

> «يَعْرِف علماءُ الأعصاب القليلَ ـ بدرجة مفزعة ـ عن تعقيد الدماغ»

وتُوجد هناك كذلك قضية ثقافية بالغة الأهمية، فبينما يُحْكِم علماءُ الأعصاب قبضتهم على معرفة كيفية عمل الدماغ، سيقومون بالتعدي على نطاق الفلاسفة بشكل أكبر من أي وقت مضى. فماذا يعني أن تكون إنسانًا؟ إنّ الإجابة على هذا السؤال ستكون من الدماغ، ولن تكون عبر تصفُّح الإنترنت. ■

الإخفاق التام للطب الشرعي

المعايير غير المتناسقة، المصحوبة بنقص الاستثمار في البحث العلمي جعلت العلوم القانونية في بريطانيا في فوضى عارمة.

يؤكد أندرو ميلر أنّ هذا المنشور يمثل دعوةً صريحة لتطوير وتعزيز فوائد تمويل البحث العلمي، إلا أننا ـ حسب قول ميلر ـ لا نستطيع القول إنّ تراجُع الإنفاق على البحث يمكن أن يسمح للقتلة والمغتصبين بالتجوال في شوارعنا بارتياح. إننا في كل الأحوال غير مضطرين لذلك.

يترأس ميلر لجنة الاختيار العلمي التابعة لمجلس العموم البريطاني، تلك اللجنة التي تتسم بالاحترام، والتعدديّة الحزبية، والولع بالنضال. وقد أصدرت اللجنة في الأسبوع الأخير من شهر يوليو الماضي تقرير إدانة ـ وهو التقرير الثاني لها عبر ما يزيد على ثلاث سنوات ـ عن الحالة التي آلت إليها علوم الطب الشرعي في البلاد. وفيما يشبه تحذير شديد اللهجة، عبَّر ميلر باختصار عن الحاجة المُلِحَّة لتَدَخُّل حكومي يشمل استخدام التمويل المخصص للبحث العلمي؛ لتطوير أساليب أفضل للبحث الجنائي.

يمثِّل النظامُ البريطاني ـ بامتياز ـ نموذجًا مثاليًّا كدراسة حالة عن نوبة الاعتلال التي أصابت مجال الطب الشرعي. لقد خضعت هيئة علوم الطب الشرعي ـ التي تمدّ قوات الشرطة بالخدمات في كافة أنحاء البلاد ـ لمحاولات خصخصة كارثيّة قبل إغلاقها في مارس 2012، رغم أنّ المعايير التي يقوم عليها العمل بمختبرات الشرطة تتسم بعدم التناسق، حيث تُستدعى الشركات الخاصة لسد هذا الفراغ.

تتسم المشكلات التي حدَّدتها لجنة ميلر بالقِدَم، إلّا أن السياسيين قد زادوا من حدة الخطاب في هذه المرة، مُعَبِّرين عن المخاوف التي تساورهم، والتي تتمثل في أنّ الوزير المسؤول عن علوم الطب الشرعي «ربما لا يعي الكثير عن هذا المجال».

والحقيقة أن القصور في هذا الميدان لا يقف عند حدود المملكة المتحدة. ففي فبراير الماضي، أعلنت وزارة العدل الأمريكية عن تشكيل لجنة وطنية جديدة لعلوم الطب الشرعي؛ للاضطلاع بوضع إرشادات لكافة أطياف الطب الشرعي، بدايةً من قاعة المحكمة، حتى المختبرات. وتتعلق الإرشادات بأمور من شاكلة الرموز المهنية. إنّ الحاجةَ ماسّةٌ وشديدة إلى أعمال كهذه؛ ففي شهر يوليو الماضي فقط أعلنت وزارة العدل أنه قد تمت مراجعة ما يزيد على 2000 قضية جنائية، بسبب مشاكل في تحليل عيِّنة شَعْر. إن علوم الطب الشرعي تتمتع بتأثير نافذ على حياة وحرية الأفراد، ولذلك.. فعليها الآن الاضطلاع بمسؤولياتها الجِسَام. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

البلاستيك الرائع

إن عودة التقنيّات العضوية من جديد ستهيِّئ لتحوُّلٍ في عالَم الأجهزة الإلكترونية، من شأنه أن يمهِّد الطريق لإضافة فعالية وظيفيّة لصميم نسيج الحياة.

إن التحوُّل من العلم البحت إلى التقنيات العملية نادرًا ما يتم بشكل خَطِّي. والرأي الشائع الذي يقول إنّ الاكتشافات الواعدة تحتاج فقط إلى الصبر، والعمل الجاد، والمال؛ للوصول إلى النجاح المادي، نادرًا ما يكون صحيحًا. عادةً، يجب أن تتزامن كذلك كل أنواع العوامل التقنية والاقتصادية والاجتماعية. ولذلك.. قد تفشل أو تتلاشى كل التوقعات بتحقيق الثروة فقط؛ لتبزغ الفكرة من جديد عندما يكون المناخ أكثر ملاءمةً.

يجري حاليًا ما يشبه ذلك من عودة لظهور الإلكترونيات العضوية، حيث تكون البوليمرات والجزيئات العضوية الأخرى هي المواد النشطة في معالجة المعلومات. وقد اكتشف هايديكي شيراكاوا في أواخر الستينات أن عزل البلاستيك في شكل أغشية من البولي أسيتيلين يمكن جعله قادرًا على توصيل الكهرباء. وقد تعاون الكيميائيّان آلان هيجر، وآلان ماكديارمد مع شيراكاوا في عام 1976؛ لتعزيز قدرة المادة على التوصيل، عن طريق تقويتها بالهالوجين، وأكملوا عملهم لتطوير «بطارية من البوليمر».

بعد استقبال بعض الشركات تلك التطورات بحماس شديد، تَوَقَّفَ هذا العمل المبدئي مبكرًا، فمواد البوليمر كانت غير مستقرة، وصعبة المعالجة، كما كان يصعب التحكم في خصائصها، أو إعادة إنتاجها على نحو موثوق فيه. وقد تغيَّر الوضع في أواخر الثمانينات، عندما اكتشف ريتشارد فريند وزملاؤه بجامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة أن مشتقات البولي فينيلين لديها القدرة على التوصيل، دون تقوية، ويمكن تحفيزها لتبعث الضوء، وتمهِّد الطريق لصمامات ثنائية باعثة للضوء من البوليمر. وبدا أنه من الممكن استخدام مثل تلك المواد؛ لعمل أجهزة خفيفة الوزن ومرنة، من خلال تقنيات طباعة وطلاء بسيطة.

إن تصنيع دوائر إلكترونية عضوية في رقة خيوط العنكبوت ـ ذلك العمل الذي قام به مارتن كالتنبرونر وزملاؤه بجامعة طوكيو ـ هو أحدث أمثلة الإبداع التي تحرِّك هذا المجال، حيث تمزج أجهزتهم تقنيات ومواد قديمة وجديدة بشكل رائع. تتكون الطبقة السفلية من رقاقة بلاستيكية بثخانة ميكرومتر واحد؛ وتقوم جزيئات صغيرة عضوية بدور شبه المُوَصِّل للترانزستورات؛ وتتكون الطبقات العازلة من بعض الجزيئات العضوية الأخرى والألومنيوم؛ وتتكون الأقطاب الكهربائية من ألومنيوم فائق الرقة. إن الأغشية البلاستيكية ـ وهي أخَفّ بنسبة 27 مرة من الورق المكتبي ـ يمكن تجعيدها مثل الورق، ومدّها إلى أكثر من ضعف طولها، دون إضعاف أداء الأجهزة. كما إن إضافة طبقة من المطاط حساسة للضغط، تنتج رقاقة استشعار باللمس، يمكنها أن تقوم بدور قشرة إلكترونية، أو تُستخدم في الأطراف الصناعية الطبية.

لقد خَطَت الأجهزة المرنة والقابلة للإرتداء مؤخرًا خطوات عظيمة، دفعت بها ـ بشكل خاص ـ أعمال مجموعة جون روجرز بجامعة إلينوي في إربانا شامبين. ويمكن حاليًا طباعة أو ربط مثل تلك الأجهزة المصنوعة من مواد تتحلل حيوياً بشكل آمِن على الجلد البَشَري مباشرة. إنّ إمكانيات المتابعة العينية لكل من العناية بالجراح، وترميم الأنسجة ووظائف القلب والدماغ، وتوصيل الدواء هي إمكانيات هائلة، وأصبح التحدي هو أنْ تواكِب الإجراءاتُ الطبية التكنولوجيا. وتبيِّن مثل تلك التطبيقات أن الإلكترونيات العضوية تتكامل مع منطق السيليكون؛ لتأخذ معالجة المعلومات إلى مناطق لن يصل إليها السيليكون أبدًا.

يبدو أن تلك التقنيات تملك احتمالَ التحوُّل بشكل أكبر في المظاهر الحالية من الجرافين. وتكمل الأعمال الأخيرة الاتجاه نحو بيئة ذكية، حيث تكون كل أنواع الفعاليّة الوظيفية مدمجةً بشكل خَفِيّ. فماذا يحدث عندما تتمكن الأزياء، والمال، وحتى الدم واللحم من استقبال ومعالجة وإرسال المعلومات.. وعندما يمكن تحويل نسيج الحياة اليومية ـ بشكل غير مرئي ـ إلى جهاز استشعار وإحصاء؟ تدور حاليًا معظم الروايات السَّرْديّة حول المخاوف من المراقبة، أو فوائد التشخيص والفحص الطبي على مدار الساعة، ولكن يجب أن تعلِّمنا الخبرات السابقة أنه لا يمكن فَرْض التقنيّات على الحياة اليومية ببساطة.. فالخبرات والتقنيات تشكِّل السلوك الإنساني، وتتشكَّل به. وسواء أكان ما نحصل عليه مفيدًا لنا، أَمْ غير ذلك، فإنه ـ في الأغلب ـ لن يكون ما نتوقعه. ■

رسالة مهمة

لم يعد الإعلام العلمي مثلما كان في الماضي، لكنْ تظل للتحقيقات الاستقصائية أهميتها.

تعجّ هِلْسِنْكِي في منتصف فصل الصيف بالحياة.. فالليالي صاخبة، والمقاهي على أرصفة الطرق مزدحمة. وفي شهر يونيو الماضي امتزج بالخليط عنصر غير معتادٍ، وهو مجيء أكثر من 800 صحفي ومراسل علمي وعالِم من 77 دولة؛ لحضور المؤتمر الدولي للصحفيين العلميين، الذي يُعقَد كل عامين.

يجد الحضورُ في هِلْسِنْكِي أنفسهم ــ كل الصحفيين العلميين في الواقع ــ بين ماضٍ مثالي، ومستقبَل قلق. فقد كانت معظم الصحف حتى العقد الماضي توظِّف مراسلًا صحفيًّا علميًّا متخصصًا، أو ثلاثة مراسلين، وكانت لدى الشبكات التليفزيونية فِرَق كاملة من الصحفيين العلميين. أما في هذه الأيام، فقد أصبح المراسلون الصحفيون العِلميّون المتخصصون فئةً مهدَّدة بالانقراض.

بينما أصبحت الصحافة العلمية السائدة تواجه مستقبلاً غير واضح، ازدهر مجال الإعلام العلمي الموازي؛ فالمدوَّنات، والتمبلر، وصفحات موقع «بينترست» توفر تغطية مشوقة لكل ما يمكن تخيُّله من موضوعات لمجموعات من الجماهير متوسطة العدد. ويُطلق مموِّلون ـ مثل صندوق «وِيلْكَم ترست» في لندن، و«مؤسسة جون تمبلتون» في كونشوكن الغربية ببنسلفانيا ـ مطبوعات علمية مبهرة بإنتاج جيد بشكل أسبوعي ـ على ما يبدو ـ لدعم الكُتّاب الموهوبين. وقد تقوم مواقع التقييم ـ مثل reddit.com ـ بتركيز حركة مرور هائلة على مواقع غير معروفة بشكل كبير. إذ لم يكن وصول الإعلاميين العلميين للجمهور بمثل هذه السهولة من قبل.

بعض هذا الإنتاج هو من العلماء وإليهم. فمن غير عالِم الأحياء الحاسوبية سيقرأ تحليلًا من 2000 كلمة عن نقاط الضعف بخوارزميات تحليل بيانات تسلسل الحمض النووي الريبي؟ بينما تميل الكتابة للعامّة إلى التركيز على الشرح بشكل احتفالي للكشوف العلمية. رغم كل شيء.. تبقى وسائل الإعلام ـ أيًّا كان شكلها الذي أصبحت عليه في 2013 ـ القناة الرئيسة للمعلومات العلمية عندما يكون الأمر جادًّا جدًّا.

على سبيل المثال.. قدمت المدونات تغطيةً فنية وتقنية متميزة لانصهار مفاعل فوكوشيما في عام 2011، إلا أن عامة الجمهور حول العالم علم عن الكارثة، وكيف يمكن أن تؤثر عليه من خلال وسائل الإعلام التقليدية. إن العلاقة بين الساسة ووسائل الإعلام عادةً تحرِّك السياسات العامة.

إن «مركز الإعلام العلمي البريطاني» SMC في لندن، والمدير المؤسِّس له ـ فيونا فوكس ـ على دراية بذلك. ولذا.. يعمل المركز على إيصال الأصوات العلمية إلى داخل المقالات المهمة في الصحف والأخبار المُذَاعَة. ويهاجم الكثير من مراقبي الأداء الإعلامي نهجَ المركز في السعي لتوطيد العلاقة بالمراسلين الصحيين والعلميين، وإمدادهم باستشهادات وقصص من العلماء. ويرى النقاد أن ذلك هجومٌ على إجراء التحقيقات والتغطية الصحفية المستقلة التي ازدهرت خلال ما يُفترض أنه العصر الذهبي للصحافة العلمية.

من المؤكد أنه كانت تُوجد صحافة جيدة تغطي المسائل العلمية في الماضي، ولكن كانت الأقسام العلمية بالصحف ـ في ذلك الوقت ـ مثل الصحافة الآن.. تمتلئ بالمقالات، التي بالرغم من أنها مكتوبة بشكل جيد، إلا أنها لا تخرج عن أبحاث علمية صدرت في بيانات صحفية. إنّ إجراء التحقيقات الفعلية في القضايا العلمية يخرج في العادة عن نطاق مكتب القسم العلمي، وذلك مثل تفنيد الادعاء الذي قام به بريان دير بأنّ التطعيمات لها علاقة بمرض التوحد، أو التقرير الذي ورد بصحيفة «فايننشال تايمز» هذا العام عن الوفاة الغامضة للعالِم الأمريكي الذي يعمل لدى حكومة سنغافورة على تكنولوجيا ذات تطبيقات عسكرية.

إنّ الصحافة العلمية بطبيعتها مكلفة، وتستغرق وقتًا طويلًا لإنجاز أخبارها، وتكون في العادة غير مفضَّلة لدى القراء، ويمكن أنْ تتعرض لأخطار كبيرة، ولكنها يجب أن تظل على قيد الحياة، وأنْ تكون كما ينبغي، إذا كانت لتوعية العامة، وأن يكون أصحاب السلطة فيها عرضةً للمحاسبة. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، أضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


CONTRASTO/EYEVINE

لا تُسَوِّقُوا منتجات خلايا جذعية قبل إثبات فعاليتها بالدليل القاطع

«إنّ الجدل الدائر حول العلاج غير المُثْبَت بالخلايا الجذعية في إيطاليا يسلط الضوء على مخاطر التعامل مع الطب الانتقالي بشكل عكسي» حسب **باولو بيانكو**.

يُعْتَقَد أن الطب الانتقالي translational medicine يعكس ضرورة تسخير ثروة المعارف العلمية في مجال الطب الحيوي. وحقيقة الأمر أنه نتيجة مباشرة لإسناد صناعة الأدوية عمليتَيْ البحث والتطوير إلى أطراف عالمية أخرى، مع الاعتماد على إنشاء مشروعات تجارية داخل الأوساط الأكاديمية، لكنّ الدافع التجاري داخل البيئة الأكاديمية يمكن أن يبدِّل ـ بشكل كبير ـ من المفاهيم العلمية في مجالَيْ البيولوجيا والطب.

تمثل الخلايا الجذعية الوسيطة مثالاً نموذجيًّا لذلك. فقد أثبتت عقود من الأبحاث التي أجريت على هذه الخلايا الموجودة في نخاع العظم أنها تتطور بحيث تشكّل أنسجة هيكلية، مثل العظم، والدهون، والغضاريف، التي يمكنها أيضًا المساعدة في إعادة إنمائها وإصلاحها في المعمل. ومع ذلك.. فقد ظهرت على الساحة شركات تسوّق بالفعل للخلايا الجذعية الوسيطة لنطاق أكبر بكثير من التطبيقات. وتزعم تلك الشركات ـ بما يتناقض مع الدليل العلمي السائد ـ أن الخلايا عبارة عن مخازن أدوية حقيقية وقابلة للتعامل معها والإدراج بها.

وصل هذا الزحف التجاري إلى صفحات المجلات العلمية الموثوقة، حيث جاءت بها مقالات توحي بأن الخلايا الجذعية الوسيطة المحقونة داخل الوريد يمكن استخدامها كعامل وحيد؛ لكبت أو علاج قائمة طويلة من الأمراض غير ذات الصلة في عديد من الأعضاء، بغض النظر عن سببها وطبيعتها. ونذكر من هذه الأمراض العلل التَّنَكُّسِيَّة العصبية الطرفية، والسكتات الدماغية، والأزمات القلبية. وهذه مزاعم خطيرة تتطلب أدِلّة دامغة، ليس لها وجود حتى الآن (في رأيي الشخصي). إن مفهوم خلايا الخلايا الجذعية الوسيطة نفسه صار منفصلاً عن الخلية الجذعية الموجودة في نخاع العظم. وتحتوي الأدبيات العلمية حاليًا على توصيفيْن منفصليْن لهذه الخلايا؛ أحدها يعتمد على العلم، والآخر على التَّرَبُّح البحت.

لم تنتِج الصناعة بَعْدُ منتجات طبية مثبتة أو تقنيات كبرى مبتكرة للتحكم في بيولوجيا الخلايا الجذعية الوسيطة. ومع ذلك.. فقد أثّر الاهتمام التجاري بعمق في تعريف هذه الخلايا (وإمكاناتها الإكلينيكية) داخل المجتمع العلمي. ويقال عن هذه الظاهرة «الطب الانتقالي معكوسًا». فقد تحولت المنتجات التجارية إلى مفاهيم علمية. وتسلط هذه الظاهرة الضوء على جانب مظلم مهم لعملية تحويل العلوم إلى سِلَع تُباع وتُشترَى.

إن تسويق الخلايا الجذعية الوسيطة كعلاج شامل ليس من قبيل المصادفة، فطالما تمتعت تلك الخلايا بأداء وإمكانات عالية تتجاوز حدودها البيولوجية. ومنذ عقد واحد تقريبًا، تم الترويج لهذه الخلايا، باعتبارها بديلاً أخلاقيًّا للخلايا الجذعية متعددة القدرات، المستخلَصة من الأجنة البشرية. لقد فقدت تلك الخلايا ميزة التسويق الفريدة هذه بظهور تقنية جديدة لإعادة برمجة خلايا الراشدين وراثيًّا، بحيث تتحول إلى خلايا متعددة الإمكانات. وفجأةً صارت الخلايا الجذعية الوسيطة «فعالة من حيث تعدد الإمكانات» عبر الحقن الوريدي، وإطلاق عوامل كيميائية، لكنها تموت سريعًا، وسرعان ما تفنى من الجسد. ومثلما تبيّن ـ استنادًا إلى 50 عامًا من التجارب المختبرية ـ فإنها تُكَوِّن العظم موضعيًّا. وهي تفعل ذلك ـ حسب البيانات المتاحة ـ حتى ولو استُزرعت في القلب، أو المخ.

وفي رأيي، لم يُفَسَّر بشكل واضح كيف تكبت الخلايا الجذعية الوسيطة أو تعالج الأمراض التي لا تمت لها بِصِلَة. يقول أنصار هذه الفكرة إن هذه الخلايا من شأنها استعادة وظيفة المخ بواسطة تغذية الخلايا بعوامل كيميائية. وما زال هذا الزعم غير مُثْبَت بالدليل العلمي. وفي ظل غياب الأساس المنطقي قبل الإكلينيكي، لا يمكن أن تكون التجارب الجارية على خلايا الخلايا الجذعية الوسيطة حاسمة أبدًا. والطرف الفائز في هذه المعادلة يتمثل في الشركات الساعية لبيع العلاجات، مع إضافة تفاصيل التجارب ـ إنْ تعذَّرت إضافة نتائجها ـ إلى منشوراتها الدعائية.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/pngxpt

وقد أجريت نحو 300 تجربة إكلينيكية على حقن الخلايا الجذعية الوسيطة على مستوى العالم. ويوحي مجرد الشروع في تلك التجارب ـ على سبيل المفارقة ـ بأن الخلايا الجذعية الوسيطة المحقونة في الوريد يمكن أن تعالج أمراضًا عديدة غير ذات الصلة، الأمر الذي لم يثبت بالدليل القاطع حتى الآن (على حد علمي). إن هذه التصريحات والتجارب التي تدعمها تمثِّل نوعًا جديدًا من الدعاية داخل المجال العلمي، ومن الممكن أن تشوّه العلم والطب، وتضلل العامة، وتخلق أوهامًا لدى المرضى، وتدمِّر أنظمة الرعاية الصحية، والأدهى أيضًا أنها يمكن أن تعرقل التطور العلمي وصناعة الأدوية المعتمدة عليه.

> إنّ الشركات السّاعِيَة إلى بيع **العلاجات** هي المنتفع **الوحيد.**

إنها مشكلة عالمية، تسلط عليها الأضواء الأحداث الجارية في إيطاليا. وتروِّج منظمة «ستامينا» Stamina Foundation ـ ومقرها مدينة بريشيا ـ علاجًا غير مثبت بالخلايا الجذعية الوسيطة للمرضى الميؤوس من حالتهم، ومن بينهم الأطفال المصابون بأمراض عصبية قاتلة. وقد اضطر ذلك الأمرُ الحكومةَ الإيطالية إلى اختبار العلاج في تجربة إكلينيكية مموَّلة من قِبَل الحكومة؛ لمجاراة الأزمة الاجتماعية التي خلقتها وسائل الإعلام، وخطر انتهاك اللوائح الأوروبية المتعلقة بعلاجات الخلايا الجذعية. وفي الأسبوع الثاني من شهر يوليو الماضي، طالبت دوريّة «نيتشر» بإلغاء التجربة (انظر: *Nature* **499**, 125; 2013)، حيث ظهرت أدلة على وجود عيوب فادحة في الجانب البيولوجي الذي يستند إليه العلاج الجديد المزعوم.

وتلقى مؤسسة «ستامينا» دعمًا من شركات عدة، ومنظمة «كيور ألاينس» Cure Alliance واسعة النفوذ، التي لها مكاتب في ميلانو وروما.

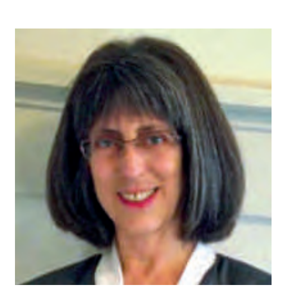
إن الهجوم على اللوائح المنظِّمة لتلك العلاجات، بالإضافة إلى الهيئات التنظيمية التي تفرضها، أمرٌ مِحْوَرِيّ لأجندة الساعين للترويج لعلاجات غير مثبتة. يقول البعض إنّ زراعة نخاع العظم لم تكن لتشهد أيَّ تطور في ظل اللوائح المشددة الموجودة حاليًا، لكن زراعة نخاع العظم لم تتمخض قط عن منتج تجاري، وتطورت في الوقت الذي لم يكن فيه أحد يروِّج للخلايا الجذعية مباشرة للمرضى، وقبل ظهور أي دليل علمي.

إن تحويل العلم إلى علاج فعال لا يمكن أن يستند إلى تطوير عشوائي للمنتجات التجارية. ويمكن للضغوط التي تتم ممارستها من أجل تمويل العلوم الهادفة إلى التربح، وفوضى التوصيفات التجارية للأشياء الطبيعية داخل المؤسسات الأكاديمية، أنْ تؤثر بشدة على العلوم والطب والاقتصاد. والمطالبة بحق تسويق المنتجات سلفًا؛ للحصول على الدليل العلمي على فعاليتها، من شأنها طرح منتجات غير فعالة بالأسواق، وتقويض مجال الطب، وتدمير جميع الأطراف، فيما عدا البائعين المحظوظين. ■

باولو بيانكو عالِم أحياء متخصص في الخلايا الجذعية، وأستاذ ومدير قسم علم الأمراض التشريحي بجامعة سبيانزا بروما في إيطاليا. كما أنه محرِّر في دوريّة «أبحاث الخلايا الجذعية».
البريد الإلكتروني: paolo.bianco@uniroma1.it

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



منزلق خطر لمسيرة تحوير الخط النسيلي البشري

تصف **مارسي دارنوفوسكي** قرار المملكة المتحدة بإجراء تجارب استبدال الميتوكوندريا بأنه متسرع وغير مدروس.

تَلَقَّفَ العلماءُ وأنصار أخلاقيات الطب الحيوي اتجاه الحكومة البريطانية الأخير نحو التجارب البشرية على أساليب استبدال الميتوكوندريا باهتمام كبير، بينما تواصل وسائل الإعلام وصف تلك العملية بأنها تنتج «أطفالًا ذوي ثلاثة آباء». هذا الوصف دقيق علميًّا، إذ إن استبدال الميتوكوندريا يتضمن امرأة لها ميتوكوندريا مصابة، تؤخذ النواة من بويضاتها، وامرأة ثانية توفر بويضة (سليمة)، ورجل يقدم الحيوانات المنوية، ولكن هذا الوصف المبسط يلقي بظلال عميقة على اعتبارات اجتماعية وأخلاقية.

تَرْقَى إجراءات استبدال الميتوكوندريا إلى مستوى ما يُعرف باسم تحوير الخط النسيلي البشري. فإذا قررت المملكة المتحدة منح الموافقة الرسمية على إجراء هذه التجارب، فإنها بذلك تتخطى منفردة الحاجز الأخلاقي والقانوني حول هذه القضية، الذي يلتزم به المجتمع الدولي بالكامل. هناك إجماع على أنه يجوز تطبيق أدوات الهندسة الجينية، مع التحلي بالتحوُّط والحِرْص الملائمين، لعلاج الحالة الطبية للفرد، ولكن لا ينبغي استخدامها لتحوير الأمشاج أو الأجنة، ومن ثم التلاعب في خصائص وسمات أجيال المستقبل من الأطفال.

قد يقول أنصار هذا القرار إن هذه المخاوف لا تنطبق على تعديلات الحمض النووي في الميتوكوندريا، التي يصفونها بأنها تمثل جزءًا غير مهم من الجينوم البشري، لا يؤثر على هوية الشخص، غير أن هناك إشكالية علمية في هذا الطرح. فالجينات التي يتم تعديلها لها آثار سلبية على النمو والأيض، كما أن سجل الهيئات البريطانية الحافل بالتساهل يبشر باحتمال استخدام التغييرات في الميتوكوندريا الموروثة كذريعة للتحوير الكامل في الخط النسيلي؛ ليفتح الباب بذلك أمام استخدام التقنية المتطورة في تحسين النسل، وما إلى ذلك من آثار اجتماعية كبيرة.

يقول المسؤولون إن هذه التجارب والإجراءات ستسهم في إنقاذ حياة الكثيرين. وهنا مغالطة... لأنها لن تنقذ أو تساعد الذين يعيشون ويعانون من أمراض الميتوكوندريا، بل إنّ كل ما في الأمر أنّ هذه التجارب ستتيح الفرصة لشريحة ضئيلة من النساء المصابات بنوع معين من أمراض الميتوكوندريا إنجاب أطفال أصحاء مرتبطين وراثيًّا بهن. ومن الطبيعي التعاطف مع هؤلاء النساء، فإنجاب طفل مريض أمرٌ مؤلم للغاية، لكنْ تنبغي الإشارة إلى أن هؤلاء النساء أمامهن بدائل أكثر أمانًا، منها التشخيص الوراثي المبكر، واستخدام البويضات من امرأة أخرى باستخدام التخصيب في بيئة اصطناعية (IVF).

لقد أكدت «الهيئة البريطانية للتخصيب والأجنة البشرية» HFEA مرارًا أن طفلًا واحدًا من بين 200 طفل يولد كل عام بصورة من الأمراض المتعلقة بالميتوكوندريا. ولا عجب أن إحصاءات عديدة تقول الأمر نفسه. ويقول الإجماع العلمي إن الرقم بالضبط يشبه نسبة 1 إلى 5000 (انظر: R. H. Haas *et al*. *Pediatrics* **120**;1326–1333; 2007). وتحتاج الغالبية العظمى ضمن هذه الشريحة الصغيرة إلى تعديل في الحمض النووي لكل من النواة والميتوكوندريا، ومن ثم لن يساعدهم استبدال الميتوكوندريا بأي حال من الأحوال.

رغم أن دليل السلامة ـ وفق هذا التعريف ـ أمرٌ مستحيل في هذا الموقف، فإن الأدلة المقدَّمة حتى الآن حول استبدال الميتوكوندريا ليست مطمئنة على الإطلاق. فأغلب التجارب أجريت على الأجنة في المراحل الأولية، ولا توجد أي أبحاث حول الصفات غير الجينية الموروثة، وغيرها من التفاعلات بين جينات النواة والميتوكوندريا، كما أن الدراسات على الحيوانات لا تزال أوَّليّة. وبعد أنْ كانت «الهيئة البريطانية للتخصيب والأجنة البشرية» قد اشترطت في البداية اختبار أسلوب استبدال الميتوكوندريا الذي يسمَّى بنقل ما قبل النواة في الثدييات العليا غير البشرية، عادت لتُسْقِط هذا الشرط، بعد أن توصَّلَ الباحثون الأمريكيون إلى فشل هذا الأسلوب في قرود المكاك.

أما المعارضون لموافقة الحكومة البريطانية على إجراء تجارب استبدال الميتوكوندريا، فقد عَزَت بعض الدوائر اعتراضهم إلى أسباب دينية، ومن ذلك.. اعتراضهم على كل أنواع التخصيب الصناعي، لكن الأمر ليس كذلك، فالعديد من العلماء العلمانيين والمؤيدين لحرية الاختيار، والداعين إلى التمسك بالأخلاق في تجارب الطب الحيوي، وأنصار صحة المرأة عَبَّروا عن مخاوفهم وقلقهم الكبير من سلامة وفائدة استبدال الميتوكوندريا، وخشيتهم من تفويض التحوير الجيني المقصود للأطفال وذُرِّيّتهم.

> تَرْقَى إجراءات **استبدال** الميتوكوندريا إلى مستوى ما يُعرف باسم تحوير **الخط النسيلي البشري.**

من جانبها، أدلت «الهيئة البريطانية للتخصيب والأجنة البشرية» بعدة بيانات مشكوك فيها حول تأييد الرأي العام الواسع لاستبدال الميتوكوندريا، ففي 2012، أجرت الهيئة جلسات تشاورية لاستطلاع الرأي العام، وصفته بأنه «مؤيِّد إلى حد كبير» لهذه التجارب، لكن تقرير الجلسات التشاورية يكشف نتيجة مختلفة تمامًا، حيث عبَّرت الأغلبية من بين 1800 مشارك في جزء من استطلاع الرأي الأكبر والوحيد المتاح للجمهور عن رفضها لاستبدال الميتوكوندريا.

وقالت «الهيئة البريطانية للتخصيب والأجنة البشرية» إن الجلسات التشاورية تضمنت مسارات أخرى، مثل ورشات عمل، كل منها تضم 30 شخصًا، واستطلاع للرأي العام، واجتماعين مع المتحدثين الذين تم اختيارهم سلفًا، وفريق لدراسة المرضى يضم ستة أشخاص. وكان رأي المشاركين في هذه المسارات أكثر تأييدًا، لكنّ هذا التأييد تم تشكيله والتأثير فيه بعدة طرق. عندما تسببت إشارة لإحدى الدراسات في بعض المخاوف والشكوك، تم استبعادها من الجلسات التالية على أساس أنها بعيدة الصلة. وألمح التقرير إلى أن ثقة (بعض المشاركين) في سلامة هذه الأساليب والتجارب ضعيفة نسبيًّا، وتتأثر بالمعلومات الجديدة بسهولة.

الخطوة التالية التي من المتوقَّع أن تتخذها المملكة المتحدة في نهاية هذا العام هي صياغة مسودة قوانين التجارب الإكلينيكية لاستبدال الميتوكوندريا. ومن المحتمَل كذلك أن يطلب الباحثون الأمريكيون موافقة إدارة الأغذية والأدوية على استخدام الطريقة الأخرى لاستبدال الميتوكوندريا.

هذه الطلبات وغيرها تثير سؤالًا حول مدى نجاح تجارب استبدال الميتوكوندريا المحفوفة بالمخاطر، التي تفيد ـ في أفضل الحالات ـ شريحة صغيرة من النساء في تبرير مخالفة الإجماع العالمي حول التأثير العميق لهذه التجارب على المستقبل البشري. إننا بحاجة إلى تعليق الإجراءات وفقًا لمبدأ تحوير الخط النسيلي البشري، حتى تحظى هذه القضية بقسط وافر وعادل من الدراسة المفصَّلة والتحقيق الواسع. ■

مارسي دارنوفوسكي المدير التنفيذي لمركز علم الوراثة والمجتمع في بيركلي بكاليفورنيا.
البريد الإلكتروني: darnovsky@geneticsandsociety.org

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/tudktc

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أضـواء على الأبحـاث
مقتطفات من الأدبيات العلميـة

تقنية النانو

مفتاح كهربائي من جزيء واحد

تغيِّر الأشعة فوق البنفسجية التوصيلَ الكهربائي للجزيئات العضوية المترسبة على الجرافين، ويمكن استخدامها للتأثير في أجهزة تعمل على المستويات الجزيئية.

وتبشِّر الإلكترونيات الجزيئية بصُنْع رقائق حاسوب أصغر حجمًا، لكن الباحثين اجتهدوا للسيطرة على سلوك الجزيئات الفردية الكهربائي. ولتناول هذه المشكلة، استخدم شيوفنج جيو وچونجفان ليو وزملاؤهما ـ بجامعة بكين ـ مشتقات جزيئات (ديارليثين) الذي يتغير شكله عند تعرضه للضوء. وهذا يغيِّر كيفية مرور الإلكترونات خلال الجزيئات، وبالتالي يغير خاصيّة توصيله الكهربية. وتعمل هذه الوصلات أحادية الجزيء بقابلية للنسخ كمفاتيح كهربائية.

***Angew. Chem. Int. Edn.* http://dx.doi.org/10.1002/anie.201304301 (2013)**



ALBERT G. BUTZER, III/ FLICKR/GETTY

الحفاظ البيئي

السواحل المحميّة تقلل أضرار العواصف

إنّ المحافظة على الشعاب المرجانية والنباتات التي تفصل سواحل الولايات المتحدة عن موجات المحيطات قد تقلل إلى النصف أعدادَ السكان التي تتعرض للخطر من هبوب العواصف، وارتفاع مستوى سطح البحر.

وحيث توفِّر المَواطن الطبيعية أفضل دفاع، استخدم فريق بقيادة كاتي أركيما ـ من جامعة ستانفورد، كاليفورنيا ـ توقعات لمستويات سطح البحر في المستقبل، لتقدير مدى تعرض الناس والممتلكات للأخطار الساحلية بوجود المَواطِن الطبيعية السليمة وبدونها. وأظهرت مؤشرات المخاطر المحسوبة لكل كيلومتر مربع من الساحل الامريكي أنّ النظم البيئية كان لها أكبر تأثير وقائي في ولايات فلوريدا، ونيويورك، وكاليفورنيا.

وفي أماكن المواطن الطبيعية الأكثر خفضًا للمخاطر، يرى الباحثون ضرورة أخذ الحفاظ عليها ـ أو استردادها ـ في الاعتبار بجانب المشاريع الهندسية المُكلِّفة للدفاع الساحلي.

***Nature Clim. Change* http://dx.doi.org/10.1038/nclimate1944 (2013)**

الوراثة

أصول قديمة لكلاب العالم الجديد

ربما سارت أسلاف سلالات الكلاب الأمريكية عبر مضيق بيرنج (الفاصل بين ألاسكا وسيبيريا)، بدلًا من أن تكون قد جُلبت عبر المحيط.

لقد جمَّع بيتر سافولين وزملاؤه ـ بمعهد KTH الملكي للتكنولوجيا في سولنا، السويد ـ الحمض النووي للميتوكوندريا (المتقدرة) من خلايا الدم أو الخدود من 347 سلالة أمريكية محلية، مثل الشيواوا، والكلب البيروفي عديم الشعر (**في الصورة**)، وكلاب الإسكيمو الكندية. وقارن الباحثون هذا الحمض النووي بالحمض النووي للكلاب الحديثة الأوروبية وشرق الآسيوية، وكذلك مع 24 عيِّنة محفوظة من كلاب العالم الجديد، تعود إلى فترة طويلة قبل إبحار كريستوفر كولومبوس إليه.

ولا تزال الكلاب الأمريكية الحديثة ـ مثل كلب كارولينا الوحشي ـ تشبه نظائرها الأمريكية من حقبة ما قبل كولومبوس، التي لا تحمل أكثر من 30% من الإرث الأوروبي. ويرى الباحثون أن هذه السلالات الحديثة تنحدر من سلالات آسيوية، جلبها البشر المهاجرون قبل 15 ألف سنة.

***Proc. R. Soc. B* 280, 20131142 (2013)**

JUNIORS/SUPERSTOCK

الأحياء المجهرية الطبية

فيروس نقص المناعة يُخِلّ ببكتيريا الأمعاء

أمعاء المصابين بفيروس نقص المناعة البشرية (HIV) حافلة بالميكروبات المرتبطة بالالتهاب، حتى لو كان المرضى يتلقون علاجًا مضادًّا للفيروسات.

وقد وَصَّفَ مايك ماكيون، وسوزان لينش وزملاؤهما ـ بجامعة كاليفورنيا، سان فرانسيسكو ـ تجمعات ميكروبية مرتبطة بالتهاب مزمن لدى مرضى مصابين بعدوى فيروس نقص المناعة البشرية. والتجمعات الميكروبية ذات الوفرة في البروتيوبكتيريا (منها الإشريكية، والزائفة، وأنواع السالمونلا) وقليلة المحتوى من العصوانيّات المرتبطة بمستويات التهاب أعلى، وبنشاط زائد في مسار أيضي تنظِّم نواتِجُها الخلايا التائية. وتشير هذه النتائج إلى أن ميكروبات الغشاء المخاطي للقناة الهضمية قد تؤثر في تفاقم مرض نقص المناعة المكتسبة (الإيدز).

***Sci. Transl. Med.* 5, 193ra91 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



WILLIAM LEAMAN/ALAMY

علم الأعصاب

أثر التهديدات بالدماغ

أيًّا كان نوع الخطر الذي يهددها، تدافع الغربان عن نفسها بالأسلوب نفسه، ألا وهو: الهجوم الجماعي، لكن إشارات الدماغ وراء هذا السلوك يبدو أنها تختلف.

لقد اصطاد جون مارزلوف وزملاؤه ـ بجامعة واشنطن في سياتل ـ الغربان الأمريكية (**الصورة**)، وحبسوها، وعَرَّضوها لأنواع مختلفة من التهديد، ثم صَوَّروا أدمغة الغربان، بحثًا عن تغيرات في نشاط مناطق الدماغ المسؤولة عن الانفعال، والذاكرة، والحركة.

نشطت مناطق مختلفة من الدماغ، اعتمادًا على ما إذا كانت الغربان قد تعرضت لأي تهديد فطري (الصقور المحنطة)، أو تهديد بشري معروف (الشخص الذي اصطادها)، أو تهديد محتمل (مجهول يمسك غرابًا ميتًا)، أم لا. ويرى الباحثون أن سلوك الهجوم الجماعي يمكن أن توجِّهه دارات عصبية محدَّدة منخرطة في الاستجابات الفطرية، والذاكرة، والتعلم.

Proc. R. Soc. B **280, 20131046 (2013)**

MANU S. MANNOOR

علوم المناخ

أعاصير تنهي الجفاف

هناك مزيج من المياه الدافئة والرياح الغربية الضعيفة، يحث الأعاصير المداريّة للتحرك نحو اليابسة؛ مما ينهي غالبًا موجات الجفاف بجنوب شرق الولايات المتحدة.

حلل جستن ماكسويل وزملاؤه ـ بجامعة إنديانا في بلومنجتن ـ سجلات المناخ بالنسبة إلى شدة الجفاف ونشاط الأعاصير في الفترة بين 1895، و2011. ووجد الباحثون أن الأعاصير المدارية أنهت حوالي 13% من حالات الجفاف بالولايات الواقعة على ساحل خليج المكسيك، وساحل جنوب الأطلسي. ارتفع عدد الأعاصير التي أنهت الجفاف بمنطقة المحيط الأطلسي؛ ولم يرتفع العدد بشكل ملموس بولايات خليج المكسيك، لكن ازدادت مساحة اليابسة التي استعادت عافيتها من ظروف الجفاف بسبب الأعاصير.

ويُرْجِع الفريق زيادة هذه العواصف إلى أن المياه السطحية الحارة بشمال الأطلسي زادت عدد الأعاصير المداريّة خلال المئة سنة الماضية، أو نحوها. وتزداد فرصة وصول تلك العواصف إلى اليابسة مع ضعف الرياح الغربية.

J. Clim. **http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00824.1 (2013)**

سلوك الحيوان

صراصير الليل المنتصرة تتباهى

ذكور صراصير الليل البرية تتصرف بعدوانية أكثر في المعارك، وتستعرض النصر بزهو، إذا كان بعض نظيراتها يراقب المشهد. ففي جامعة كارلتن في أوتوا بكندا، وضعت لورين فيتزسيمونز وسوزان بيرترام أزواجًا من ذكور صراصير الليل من حقول الربيع *Gryllus veletis*، (**الصورة**) معًا للقتال. في بعض جولات الصراع، وضعتا صرصار ليل ثالثًا، بحيث يمكنه مشاهدة وسماع الزوج المتنافس من خلال جدار مثقب شفاف. ولوحظ أنّ سلوك صراصير الليل الملتقطة من البرية تَغيَّرَ في حضور المتفرجين، وأصبح أكثر عدوانيّة بشكل كبير. وذكور الصراصير البرية التي فازت انخرطت أيضًا في تبختر صارخ (فرججرت أجسادها وزقزقت) في حالة وجود ذكر ثالث. وصراصير الليل التي تربَّت في المختبر لم تُظْهِر مثل هذا السلوك المتميز، مما يوحي بأنها قد تشكل بالخبرة الاجتماعية.

وحسب أقوال الباحثين.. فرغم أن تأثير الجمهور موثق جيدًا في الفقاريات، إلا أن هذا هو أول دليل على أن اللافقاريات تعدل سلوكها التنافسي (الصراعي) في حضور مراقِب.

Biol. Lett. **9, 20130449 (2013)**

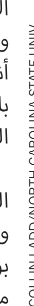
علوم المواد

معدن سائل مطبوع ثلاثي الأبعاد

هناك أسلاك وألياف وكومات من قطرات دقيقة، يمكن طباعتها بمعدن سائل. تُستخدَم معظم الطابعات ثلاثية الأبعاد اللدائن (البلاستيك) المنصهرة التي تبرد وتتصلب. تُغيِّر فترة التبريد هذه الخواص الميكانيكية للدائن؛ مما يقلل الأشكال التي يمكن أن تتخذها. وقد أنتج فريق بقيادة مايكل ديكي ـ بجامعة نورث كارولينا في رالي ـ أنماطًا معدنية سائلة بقذف سبيكة جاليوم–إنديوم (السائلة) من خلال فوهة طابعة ثلاثية الأبعاد في درجة حرارة الغرفة. ولَدَى تعريضها للهواء، شكلت المادة على الفور طبقة جلد أكسيديّة نانومتريّة السُمْك، تثبّت شكل السائل. كانت هذه الطبقة دَقِيقَةً؛ وبذلك سمحت للفريق بتكوين قطرات في هياكل معقدة (**في الصورة**).

ورغم أن الهياكل كانت ضعيفة جدًّا، إلا أن الأسلاك المصنوعة بهذه الطريقة يمكن أن تُكسى باللدائن؛ لتشكل وصلة كهربائية مرنة وقابلة للمَطّ بين الصمامات الثنائية الباعثة للضوء.

Adv. Mater. **http://dx.doi.org/10.1002/adma.201301400 (2013)**



COLIN LADD/NORTH CAROLINA STATE UNIV.

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

الإلكترونيات الحيوية

طباعة أُذُن اصطناعية

✪ الأكثر قراءة على www.acs.org في يونيو

يمكن لطابعة خاصة محمَّلة بجسيمات الفضة النانوية، وسيليكون، وخلايا حية طباعة أذن اصطناعية ثلاثية الأبعاد مع إلكترونيات وظيفية فعّالة.

فقد استخدم مايكل ماك ألباين وزملاؤه ـ بجامعة برنستون في نيو جيرسي ـ حاسوبًا لتصميم «أذن» إنسان اصطناعية بالحجم الطبيعي مع هوائي حلزوني، وأقطاب على شكل قوقعة الأذن الداخلية. صَنعت الطابعة هذا الجهاز عن طريق بناء كل المواد طبقةً طبقةً، وتغليف الإلكترونيات بسقّالة من هلام (جِلّ) مائي، مزروعة بخلايا متخصصة. وتم وضع الهيكل في وسطٍ استنباتي مغذٍّ؛ لتنمو الخلايا وتصبح غضروفًا.

ورغم أن الآذان الاصطناعية الآلية (البيونيك) لا تكتشف موجات الصوت، إلا أنها يمكنها استقبال إشارات الراديو على ترددات داخل وخارج النطاق العادي للسمع من خلال الهوائي المغطَّى بالغضروف. وحسب قول المؤلفين، يُظْهِر هذا العمل أن المواد البيولوجية الرطبة الإسفنجية يمكن نسجها ممزوجةً بإلكترونيات وظيفية فعّالة، حتى في هياكل معقدة.

Nano Lett. **13, 2634–2639 (2013)**

بحوث الأمراض

التيلوميرات القصيرة تتلف القلوب

إنّ أطراف الصبغيّات قد تفسر عدم ظهور مشكلات القلب لدى فئران تحمل طفرات لشكل موروث من ضمورالعضلات، بينما تؤدي تلك المشكلات ـ في نهاية المطاف ـ إلى وفاة البشر المصابين بالمرض.

والبشر المرضى بحالة دوشين لضمور العضلات يموتون شبابًا بقصور القلب والتنفس، بيد أن فئرانًا لديها طفرات جينيّة مماثلة عاشت أعمارًا طبيعية، وظهرت عليها أعراض معتدلة فقط، لكنْ هناك باحثون ـ بقيادة هيلين بلاو بجامعة ستانفورد، كاليفورنيا ـ أظهروا أن الفئران الحاملة لهذ الطفرة تبدي عيوبًا حادة في القلب كالبشر، إذا كانت تحمل أيضًا تيلوميرات قصيرة، أي أغطية واقية على نهايات الصبغيّات. وأظهرت عضلات القلب عند هذه الفئران علامات إجهاد تأكسدي، وهو تلف كيميائي مرتبط بالتيلوميرات القصيرة، يمكن تحسينه باستخدام مضادات الأكسدة.

وأظهرت متابعة أنسجة عضلة القلب لأربعة أشخاص لديهم حالة دوشين لضمور العضلات أن جميعهم لديهم تيلوميرات قصيرة جدًّا.

يقول المؤلفون إنه يمكن استخدام هذه النتائج لتحسين النماذج الدراسية من الحيوانات المصابة بحالة دوشين لضمور العضلات، ولتطوير طرق لإبطاء تلف القلب.

Nature Cell Biol. **http://dx.doi.org/10.1038/ncb2790 (2013)**

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الحيوان

تجارة النحل تنشر الطفيليات

تَنْشُر التجارة الدولية لخلايا النحل الطفيليات الخطرة حول العالم. فقد فحص وليم هيوز وزملاؤه ـ بجامعة سَسِكس، بالمملكة المتحدة ـ 48 خلية نحل منتجة تجاريًّا للنحل الطنان برتقالي الذيل. ورغم شهادة خلو هذه الخلايا من الطفيليات بواسطة منتجيها، احتوت أكثر من 75% من خلايا النحل على طفيليات ميكروبية. والنحل غير المصاب بالعدوى، الذي تغذى على براز أو حبوب لقاح جُمِعت من خلايا النحل التجارية، أظهر نتائج إيجابية بوجود طفيليات لاحقًا، وكانت أعمارهم قصيرة.

وفي جميع أنحاء العالم، يُشحَن أكثر من مليون خلية نحل طنان سنويًّا، ويرى الباحثون أن خلايا النحل المستوردة يمكن أن تصيب عدواها المُلَقِّحات (النحل) المحلية.

J. Appl. Ecol. **http://dx.doi.org/10.1111/1365- 2664.12134 (2013)**

علوم المواد

سلوك شاذ تحت الضغط

معظم المواد تتمدد للخارج عندما تُضغط لأسفل، لكن نوعًا من «ميتاماتيريال» يَضيق بدلًا من أن يتمدد.

صنعت كاتيا برتولدي وزملاؤها ـ بجامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس ـ عدة هياكل باستخدام ترتيبات قشور كروية بفراغات متباعدة بانتظام، بينما صُممت معظم الهياكل لتجنب عدم الاستقرار الميكانيكي، استغلتها هذه «الميتاماتيريال» بالانبعاج والطَّيِّ؛ لتصبح أضيق تحت الضغط قبل أن تعود إلى شكلها الأصلي بعد إزالة الضغط. أظهرت صور الأشعة السينية والمحاكاة الحاسوبية العديدة كيف تتغير الفراغات في الهياكل (مثال واحد في **الصورة**) تحت الإجهاد المتزايد.

ويرى الباحثون أن هذه التصاميم العائدة إلى شكلها الأصلي قد تفيد في تطبيقات، كالمواد الماصة للطاقة، أو عازلات الصوت.

Adv. Mater. **http:// dx.doi.org/10.1002/ adma.201301986 (2013)**



JEFFREY ROTMAN/CORBIS

مصائد السمك

أضواء لإنذار السلاحف

الشِّبَاك المُضاءة بمصابيح الأشعة فوق البنفسجية تعوق السلاحف، لكنها تصطاد نفس كمية السمك التي تصطادها الشباك غير المُضاءة.

وأنواع سلاحف البحر الضعيفة غالبًا ما تَعْلَق ـ بغير قصد ـ في شِبَاك منصوبة بمصائد السمك (**في الصورة**). وهناك أنواع تجارية كثيرة من السمك لا يمكنها رؤية الأشعة فوق البنفسجية، لكنْ هناك أنواع من سلاحف البحر يمكنها رؤية الأشعة. لهذا.. اختبر فريق من الباحثين بقيادة جون وانج بجامعة هاواي في هونولولو ما إذا كانت الإشارات البصرية تمنع وقوع السلاحف في الشباك. وَضَعَ الباحثون المصابيح فوق البنفسجية بعد كل 5 أمتار على طول خط الشبكة الطافي، وقارنوا حصيلة الصيد بحصيلة الشبكات غير المضاءة.

خفضت أضواء الإنذار معدلَ وقوع سلاحف البحر الخضراء في الشِّبَاك بنسبة 40%. وفي دراسات منفصلة بمصايد السمك التجارية، لم تغير الأضواء من قيمة أو عدد السمك القابل للتسويق بحصيلة الصيد.

Biol. Lett. **9, 20130383 (2013)**

الفيزياء البصرية

صور بالمقياس دون الذري

ربما أمكن أخيرًا الحصول على فيديوهات عالية السرعة لتفاعلات نووية بإطارات (صور) تدوم أقل من واحد في المليار من الواحد في المليار من الثانية، بفضل مخطط نظري لصنع نبضات ليزر متناهية القِصَر.

نبضات الضوء الأطول تدوم عدة أتوثانية (10–18 من الثانية) استخدمت فعلًا لالتقاط أفلام عالية الاستبانة لعمليات ذرية وإلكترونية. تُولَد النبضات عادة من الأشعة السينية المنبعثة عندما تنتشر الإلكترونات بواسطة أشعة ليزر تحت الحمراء، ثم تعود لتتحد مع ذراتها الأصلية.

اقترح كارلوس هرنانديز جارسيا وزملاؤه ـ بجامعة كولورادو، بولدر ـ تقنية أكثر حساسية تشمل قياس نمط التداخل بين نبضات الأشعة السينية المنبعثة من الإلكترونات التي كانت منتشرة، وأعادت اتحادها عدة مرات، ويحتمَل أن تولد نبضات تستمر فقط مئات من الزيبتوثانية (10–21 من الثانية). ومثل هذا المستوى الزمني يمكن استخدامه لتصوير العمليات دون الذَّرِّيَّة.

Phys. Rev. Lett. **111, 033002 (2013)**

إلكترونيات

جلد إلكتروني يتوهّج باللمس

هناك جلد إلكتروني مرن e-skin، يضيء على الفور عند لمسه. فقد قام فريق بقيادة علي جافي ـ بجامعة كاليفورنيا، بيركلي ـ بصناعة جلد إلكتروني باستخدام طبقات ترانزستورات من أنابيب نانوية كربونية، وصمامات ثنائية باعثة للضوء (LEDs)، وحسّاسات الضغط.

صنع الباحثون رقعة، بعداها (3.5×3) سنتيمتر مربع من الجلد الإلكتروني، تضيء بالضغط عليها، وكلما زاد الضغط؛ توهجت الصمامات الثنائية الباعثة للضوء أكثر. ويقترح الباحثون أن هذه التقنية يمكن تعديلها؛ للاستجابة إلى تأثيرات أخرى غير الضغط، وربما تكون لها تطبيقات في شاشات العرض التفاعلية، والروبوتات، والمراقبة الصحية.

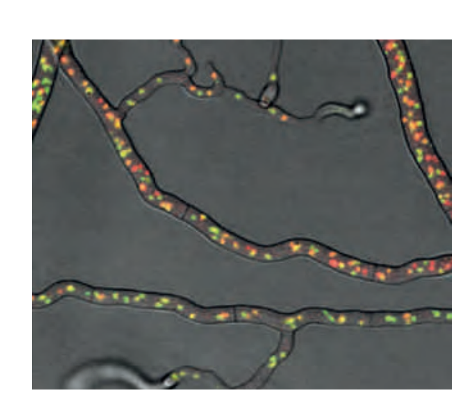
Nature Mater. **http://dx.doi.org/10.1038/nmat3711 (2013)**

JAMES WEAVER

بيولوجيا الفطريات

العفن الأمثل لمزج الجينات

هناك أنواع من العفن تعزِّز التنوع الوراثي بضخ الحمض النووي من خلال شبكات ممتدة من الألياف الفطرية. وخلافًا للنباتات والحيوانات، تشكِّل بعض الفطريات مستعمرات من خلايا مترابطة، لها نوى متحركة،



PATRICK HICKEY/UCLA

ومتميزة وراثيًا في سيتوبلازم مشترك. فقد قام ماركوس روبير وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا، لوس أنجيليس ـ بِوَسْم نوى عفن الخبز الأحمر ببروتينات فلورية خضراء أو حمراء (**في الصورة**)، ثم راقبوا كيفية تحرُّك النوى من خلال الخيوط الفطرية، التي تتفرع وتلتحم في شبكة خيطيّة فطريّة. ووجد الفريق أن السوائل تدفع النوى خلال الأنابيب الصغيرة بمعدل 3 مليمترات في الساعة، مغذيةً أطراف الشبكة بخليط متنوع من الحمض النووي.

يقول الباحثون إن بنية الشبكة تعزِّز التدفق الهيدروليكي للموائع، وتزيد مزج النوى، ويمكن أن تساعد الفطريات في توليف الجينات؛ لإنشاء عفن أكثر متانة.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1220842110 (2013)**

نماذج المناخ

توقُّع خُلُوّ القطب الشمالي من الجليد

قد تدفع المستويات العالية من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بالحد الأدنى السنوي للجليد البحري في القطب الشمالي ـ ويحدث سنويًّا في شهر سبتمبر ـ إلى مستوى يُعرَف بـ«الخلو من الجليد» بحلول منتصف القرن.

قيَّم فريق بقيادة جيبنج ليو ـ من جامعة ولاية نيويورك في أولباني ـ التوقعات الحديثة من 30 نموذجًا مناخيًّا على أساس مدى نجاحها في تمثيل مستويات الجليد البحري الحالي. ونظر الباحثون أيضًا في توقعات هذه النماذج التي مَثَّلَت أفضل تطور للجليد البحري بين عامي 1979، و2011. يشير التحليلان إلى أنه مقارنةً بمستويات 2012، فإن الجليد البحري قد يتراجع بنسبة 50% إلى حوالي 1.7 مليون كيلومتر مربع بحلول ستِّينات القرن الحالي، إذا كانت انبعاثات الاحتباس الحراري معتدلة. وقد يدفع سيناريو انبعاثات الاحتباس الحراري العالية بالحد الأدنى السنوي للجليد البحري إلى أقل من مليون كيلومتر مربع ـ مستوى الخلو من الجليد ـ في خمسينات القرن الحالي.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1219716110 (2013)**

علم الفلك

الجليد النجمي يشير إلى ولادة كوكب

يُظْهِر «خط الثلج» في القرص الغني بالغاز ـ حول نجم حديث التشكُّل ـ المسافة التي يتجمد عندها أول أكسيد الكربون بعيدًا عن النجم، وبالتالي أين يُرجَّح أن تتكون الكواكب. يدل جليد أول أكسيد الكربون على أن درجات الحرارة باردة بما يكفي المكونات الكيميائية لتشكل الكواكب. كما أنه يزيد كثافة حبيبات الغبار، ويساعدها على التكتل. وكان فريق بقيادة تشونهوا كي ـ من مركز هارفارد سميثسونيان للفيزياء الفلكية في كمبريدج، ماساشوستس ـ وكارين أوبيرج ـ من جامعة فرجينيا في شارلوتسفيل ـ قد درس قرص الغاز المحيط بنجم «تي دبليو هيدراي» TW Hydrae، الذي يبعد 54 فرسخًا فلكيًّا عن الأرض. وكشف هذا عن إشارات (ديازينيليوم)، وهو أيون يوجد غالبًا بمناطق تَجَمُّد أول أكسيد الكربون. ووجد الفريق أن خط الثلج يبعد عن النجم كبعد الأرض عن الشمس 30 مرة. يقول الباحثون إن معرفة الموقع قد تساعد علماء الفلك في تشكيل نماذج عن كيفية تكوين الكواكب في النظام الشمسي وما وراؤه.

Science **http://dx.doi.org/10.1126/science.1239560 (2013)**

وظائف الأعضاء

درجة حرارة تلائم المنقار

في صغار الطيور، يمكن أن تحدد درجة الحرارة المحيطة حجم المنقار. قام جاري بُرْنِس وزملاؤه ـ بجامعة ترنت في بيتربورو، كندا ـ بتربية 40 من فراخ السمان الياباني؛ (الصورة) في درجة حرارة عالية (30 درجة مئوية) أو درجة حرارة منخفضة (15 درجة مئوية). بعد 51 يومًا، كان للفراخ التي تربت في ظروف دافئة مناقير أطول من التي تربت في ظروف باردة. منقار الفراخ التي تربت في في ظروف باردة استأنف نموه، بعد أن تم نقل جميع الطيور إلى درجة حرارة متوسطة، لكن درجة الحرارة السطحية لمناقيرها كانت أقل في المتوسط بحوالي 7.4 درجة مئوية من الطيور التي تربت في درجات الحرارة الأدفأ، مما يشير إلى تدفق أقل للدم.

إنّ الظروف الباردة بعد فترة وجيزة من الفقس قد تمنع ـ بشكل دائم ـ تدفق الدم أو نمو الأوعية الدموية في المناقير.

Proc. R. Soc. B. **280, 20131436 (2013)**



JANE BURTON/DORLING KINDERSLEY/GETTY

المواد البيولوجية

كيف يلتوي بلح البحر؛ ليلتصق

الخيوط الرقيقة التي تُعَلِّق بلح البحر بالصخور والسفن سريعة الحركة لديها النسب المثالية للمكونات القادرة على استيعاب قوى البحر العاتية.

قام المهندسان المدنيّان ماركوس بويلر، وجاو كين ـ بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج ـ بقياس قوة «الخيط النسالي» ـ وهو ألياف بروتينية تُفرزها الرخويّات ـ الممتد من قوقعة بلح البحر إلى سطح صلب. وباستخدام المحاكاة بالحاسوب، وجدا أن نسبة المواد اللينة للمواد اليابسة (4 : 1) في الخيوط الطبيعية تقلل القوة المحملة، حيث تلتحم الخيوط بالقوقعة، مما يتيح للالتصاق الصمود في وجه قوى موجيّة تضاهي تسعة أضعاف قوة الخيوط لو قيست بحمولة ثابتة.

ويرى الباحثان أن هذه التبصرات يمكن أن تساعد الباحثين في تصميم المباني المقاومة للزلازل، وهي مثل بلح البحر، ويجب أن تتحمل القوى المتموِّجة.

Nature Commun. **4, 2187 (2013)**

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءة في العلوم

الصحة النفسية

العلاجات النفسية تساعد مرضى الاكتئاب

الأكثر قراءة على plosmedicine.org في يوليو

كان استخلاص أدِلّة متينة لقيمة العلاج النفسي من التجارب الإكلينيكية أمرًا صعبًا، لكنّ تحليلًا شاملًا لهذه التجارب وجد أنواعًا مختلفة من العلاج النفسي، تعطي فوائد متماثلة في حالات الاكتئاب.

وقد حلَّل يورجن بارث وزملاؤه ـ بجامعة برن، سويسرا ـ 198 دراسة إكلينيكية عشوائية منضبطة، غطت سبع تقنيات للعلاج النفسي، وضمَّت 15118 شخصًا يعانون من الاكتئاب. استخدم الباحثون تقنية تسمى «التحليل الفوقي للشبكات»، أتاحت لهم استخلاص معلومات للمقارنة من الدراسات الفردية.

وأظهر تحليلهم أن كل علاج من العلاجات النفسية قد ساعد المرضى بدرجة مماثلة، لكن التأثير كان أقل وضوحًا في التجارب المُعَمَّاة الكبيرة، مقارنةً بالتجارب الصغيرة وغير المُعَمَّاة. وشوهدت أوضح الفوائد في الدراسات الكبيرة والأكثر دقة، التي تقيِّم علاجات السلوك الإدراكي، والعلاقات الشخصية المتبادلة، وحل المشكلات.

PLoS Med. **10, e1001454 (2013)**

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
go.nature.com/latestresearch

أحداث

تسمية أقمار بلوتو

أُطلق على أصغر قمرين من أقمار بلوتو المعروفة اسمي "كيربيروس"، و"ستيكس"، وفق ما أعلنه «الاتحاد الفلكي الدولي» في 2 يوليو الماضي. وقد أدرج الاسمين في تصويت عام على شبكة الإنترنت، ولكن تم اختيارهما في نهاية المطاف، بدلًا من الاسم الفائز بأكبر عدد من الأصوات: وهو فولكان؛ الذي اقترحه الممثل وليام شاتنر، بطل مسلسل "ستار تريك" التليفزيوني (انظر: *Nature* **496**, 407; 2013). وفي الأساطير الكلاسيكية، حَكَمَ الإله بلوتو مملكة العالم السفلي، التي كان يحرسها الكلب كيربروس ذو الثلاثة رؤوس، وكان يحدها نهر ستيكس. وتم استخدام تليسكوب الفضاء "هابل" في التعرف على كيربروس؛ المسمى سابقًا P4، في عام 2011، وعلى ستيكس؛ المسمى سابقاً P5، في عام 2012.

تحطُّم صاروخ روسي

تحطم صاروخ روسي (في الصورة) في كازاخستان يوم 1 يوليو الماضي، بعد ثوان من إطلاقه من «قاعدة بايكونور الفضائية». لم يكن هناك طاقم على متن الصاروخ "بروتون-إم" Proton-M، ولكنه حمل أقمارًا اصطناعية، كان من المقرر لها أن تصبح جزءًا من منظومة «جلوناس» GLONASS الروسية للملاحة، وهي منظومة بديلة للنظام العالمي لتحديد المواقع الأمريكي. وفي اليوم نفسه، أطلقت الهند بنجاح أول قمر اصطناعي من مجموع سبعة أقمار، من شأنها أن تُشكِّل منظومتها الفضائية للملاحة، المزمع الانتهاء منها بحلول عام 2016.



XINHUA/PHOTOSHOT

NASA/SDO/IRIS

منظار الشمس يبدأ الرصد

كشفت وكالة «ناسا» عن أول صور تم التقاطها من أحدث مرصد شمسي، عن طريق «بعثة التصوير الطيفي لمنطقة السطح البيني للشمس» IRIS. لقد تم إطلاق التليسكوب في مداره في شهر يونيو الماضي (انظر: *Nature* **498**, 279–280; 2013)؛ لرصد تدفق المادة والطاقة في الغلاف اللوني (كرُومُوسْفِير)، وهي منطقة سمكها 1700 كيلومتر بين سطح الشمس، المعروف باسم الغلاف الضوئي (الفُوتُوسْفير)، وغلافها الجوي الخارجي، ويدعى (الهالة). ويلتقط المطياف صورًا ذات استبانة أعلى بكثير من تلك الملتقَطة بواسطة «المرصد الديناميكي الشمسي» لوكالة «ناسا» (في الصورة، الكرة الصفراء)؛ مما يمكِّننا من رؤية معالم صغيرة عرضها 240 كيلومترًا فقط (الصورة الداخلية بالأبيض والأسود).

صاروخ اقتصادي

أعلنت «وكالة الفضاء الأوروبية» ESA عن تصميم صاروخها القادم؛ «آريان 6» Ariane 6، في 9 يوليو الماضي. سيكون للصاروخ قدرة رفع أقل من النموذج الحالي، إذ يحمل قمرًا اصطناعيًّا واحدًا فقط في كل عملية إطلاق، بدلاً من اثنين. وقد تأثر اختيار «وكالة الفضاء الأوروبية» لتصميم أكثر فعالية من حيث التكلفة بمنافسة الصواريخ في الخارج، ولا سيما منصة إطلاق صاروخ «بروتون» Proton الروسي. من المتوقع دخول «آريان 6» الخدمة خلال العقد المقبل، بتكلفة 70 مليون يورو (91 مليون دولار أمريكي) لكل عملية إطلاق.

أبحاث

استعدادات MERS

أعلنت «منظمة الصحة العالمية» في 5 يوليو الماضي عن خطط لدعوة لجنة طوارئ إلى الاجتماع من أجل التشاور بشأن "متلازمة الالتهاب الرئوي التاجي في الشرق الأوسط" MERS. وحتى الآن، تم تسجيل 80 حالة إصابة بالمتلازمة، إضافة إلى 44 حالة وفاة. وعلى الرغم من أن نمط المرض لا يزال مستقرًا، قامت «منظمة الصحة العالمية» بإنشاء اللجنة بشكل احترازي؛ لتوجيه الوكالة إذا ما تفاقمت الأوضاع، أو حدث تَفَشٍّ واسع للمرض. وقد حددت اللجنة الأسبوع الأول من شهر يوليو الماضي لمناقشة ما إذا كان ينبغي النظر إلى متلازمة الفيروس التاجي بوصفها حالة طوارئ ذات أهمية عالمية في مجال الصحة العامة، وتتطلب اتّخاذ إجراءات دولية، أم لا، وذلك عبر دائرة تليفزيونيّة مغلقة.

لقاحات شلل الأطفال

دشّنت الدول الموجودة في القرن الأفريقي والقريبة منه، بما فيها إثيوبيا واليمن، حملات تحصين طارئة ضد شلل الأطفال، استجابةً للتفشي المستمر للمرض. ويتركز التفشي ـ الذي يُعزى إلى فيروسات من شمال نيجيريا ـ في منطقة بنادير بالصومال؛ التي تشمل العاصمة مقديشو. وقد سجّل مسؤولون من «منظمة الصحة العالمية» 48 حالة إصابة بشلل الأطفال في الصومال وكينيا منذ إبريل الماضي.

توقُّف تجارب إكلينيكيّة

أكّدت «معاهد الصحة الوطنية الأمريكية» ـ ومقرها مدينة بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ في الأسبوع الثالث من شهر يوليو الماضي أنباء تأجيلها بعض تجاربها الإكلينيكية في الهند، التي تقارب الثلاثين في مجملها، وأنها أوقفت تسجيل المشاركين في تجارب أخرى. وكانت وزارة الصحة الهندية قد شدّدت لوائح إجراء التجارب الإكلينيكية في يناير الماضي. ولذلك..

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

على الجهات الراعية الآن تقديم تعويض للمشاركين الذين يصابون جرّاء التجارب، أو تعويض أقارب المتوفّين. وقالت الوكالة في تصريح لدَوْرِيّة «نيتشر»: "لقد أعربت «معاهد الصحة الوطنية» عن قلقها إزاء اللوائح الجديدة، وتتطلع إلى سماع إيضاحات الحكومة الهندية".

مركبة للكوكب الأحمر

سوف يكون مستكشف المريخ المقبل لوكالة «ناسا» نسخة أصغر حجمًا وأكثر براعة من المركبة «كيوريوسيتي»، مع وجود ترقية واحدة رئيسة؛ وهي القدرة على تخزين عينات الصخور والتربة؛ للعودة بها إلى الأرض، وفق ما أعلنته الوكالة في 9 يوليو الماضي. وسوف تتكلف المركبة ـ المزمع إطلاقها في عام 2020 ـ نحو 1.5 مليار دولار أمريكي. كانت وكالة «ناسا» قد قدّمت مقترحًا بالبعثة في ديسمبر 2012، بعد أقل من عام من إصابة علماء الكواكب بخيبة أمل، إثر انسحابها من بعثات المريخ التي تقودها أوروبا، والمزمع إطلاقها في عامي 2016، و2018. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/au5ewk

شخصيات

العفو عن تورينج

بعد أربع سنوات من إصدار اعتذار رسمي، مهّدت حكومة المملكة المتحدة السبيلَ لمنح عفو لعالِم الرياضيات البريطاني آلان تورينج (في الصورة) بعد وفاته؛ حيث أُدين في عام 1952 بارتكابه (فعلًا فاضحًا) بموجب قانون مكافحة المثليّة



الجنسية (انظر: *Nature* **482**, 441; 2012). وعلى إثر الإدانة، قام بقتل نفسه. وفي 19 يوليو الماضي، أبدت الحكومة دعمها لمشروع قانون، من شأنه إسقاط حكم الإدانة. ويُعتبر تورينج بطلاً من أبطال الحرب العالمية الثانية، نظرًا إلى مساعدته في كسر الشفرة الألمانية للآلة (إنجما). وتُعَدّ فكرته "آلة تورينج" حجرَ الأساس في علم الحاسوب الحديث.

مدير معهد سكريبْس

تتولى مارجريت لينين إدارة «معهد سكريبس لعلوم المحيطات» بجامعة كاليفورنيا في سان دييجو، حسبما أعلنت الجامعة في 25 يوليو الماضي. وتحل لينين محل المدير السابق توني هايْمِت في 1 أكتوبر الحالي. كانت لينين ـ متخصصة علم المحيطات، ورئيس «الاتحاد الجيوفيزيائي الأمريكي» القادم المنتخب ـ تدير إدارة العلوم الجيولوجية في «المؤسسة الأمريكية الوطنية للعلوم» طيلة سبع سنوات، وأدارت مؤخرًا «معهد علوم المحيطات فرع هاربور» في مدينة فورت بيرس بولاية فلوريدا.

وتقول لينين إنّ أولويّاتها كمديرة ستشمل تعزيز المشاركات الأكاديمية بين «معهد سكريبس» وبقية مؤسسات جامعة كاليفورنيا في سان دييجو؛ لمواجهة تشديد الموازنات.

سياسات

غزو سمك الشبّوط

تخطط الحكومة الأمريكية لإضافة حواجز كهربائية وبناء مدافع مياه قوية، في إطار خطة أُعلنت في 24 يوليو الماضي؛ لمنع وصول سمك الشبّوط الآسيوي إلى البحيرات العظمى وغزوها. يزاحم سمك الشبّوط ـ الموجود الآن بوفرة في نهر المسيسيبي المتصل بالبحيرات ـ سمك المنطقة المحلي، مثل *Dorosoma cepedianum*. وقد أسفر قَفْز السمك بقوةٍ عن إصابة البشر أيضًا، وإتلاف قوارب. وقد أنفقت الحكومة في مساعيها ـ حتى الآن ـ لإبقاء سمك الشبّوط خارج منطقة البحيرات العظمى أكثر من 200 مليون دولار أمريكي.

زراعة خلايا جذعيّة

وافق وزير الصحة الياباني، نوريهيسا تامورا، في يوم 19 يوليو الماضي على إجراء أول تجربة في العالم لزراعة «خلايا جذعية مُحفَّزَة متعددة القدرات» في البشر. وتخطِّط ماسايو تاكاهاشي ـ متخصِّصة علم الأحياء في مجال الخلايا الجذعية، العاملة في «مركز رايكن لدراسة علم الأحياء الإنمائي» في مدينة كوبي ـ إلى استخدام طبقة رقيقة من خلايا شبكيّة مشتقة من خلايا جذعية مُحفَّزَة؛ لإصلاح الظهارة الشبكيّة في المرضى الذين يعانون من مرض تنكّس الحفيرة، المرتبط بالسن، وهو سبب شائع للعمى. ومن المتوقع أنْ تُصْدِر المؤسسة التي تعمل بها تاكاهاشي الموافقة النهائية قريبًا، في أثناء تخطيط تاكاهاشي لبدء استقدام المرضى المتطوعين في أقرب وقت من سبتمبر الحالي.

قضية أراضٍ رطبة

يقاضي مجلسُ ولايةٍ ـ يُشْرِف على جهود الحماية من الفيضانات في ولاية لويزيانا ـ حوالي 100 من شركات الطاقة، زاعمًا أن خطوط الأنابيب والقنوات قد أضرت بالأراضي الساحلية الرطبة. وقد رفعت «هيئة حماية جنوب شرق لويزيانا من الفيضانات-مجلس شرق المسيسيبي» الدعوى في 24 يوليو الماضي، محتجَّةً بأن الأراضي الرطبة بمثابة منطقة عازلة توفر حماية أساسية من الفيضانات. يُذكر أنه في 23 يوليو الماضي، انفجر بئر غاز طبيعي يجري حفره بواسطة شركة «والتر أويل آند جاس كوربوريشن» Walter Oil & Gas Corporation ـ ومقرها مدينة هيوستن بولاية تكساس ـ في خليج المكسيك قبالة ساحل لويزيانا.

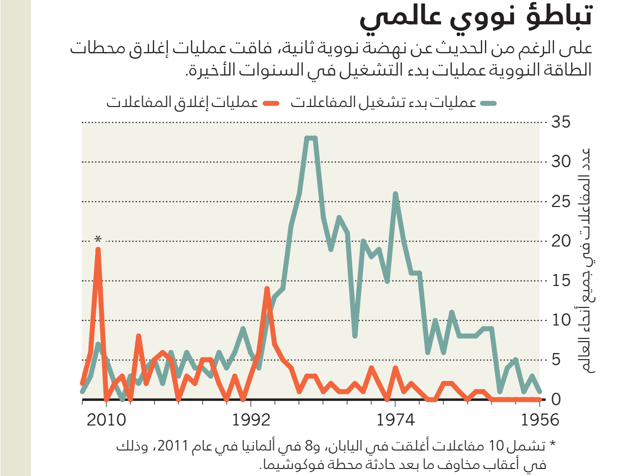
أعمال

تحقيق مع شركة أدوية

تحقق الحكومة الصينية مع أربعة من كبار المسؤولين التنفيذيين بشركة «جلاكسو سميث كلاين» في الصين بتهمة رشوة مسؤولين وأطباء؛ من أجل زيادة مبيعات أدوية الشركة، وقيامهم بتحويل الأموال من خلال وكالات السفر. وكان مسؤولون صينيون قد أعلنوا في الأسبوع الثالث من شهر يوليو الماضي عن الاشتباه في تقديم المديرين التنفيذيين عدة رَشَاوٍ، بلغت 3 مليارات رنمينبي (489 مليون دولار أمريكي) منذ عام 2007. وتقول الحكومة إن التحقيق هو جزء من حملة وطنية؛ لضمان وجود منافسة عادلة في صناعة المستحضرات الصيدلانية. وقد أعلنت شركة «جلاكسو سميث كلاين» ـ ومقرها لندن ـ أنها تُجْرِي مراجعة خاصة بها، كما أنها تتعاون مع الشرطة الصينية في هذا الشأن.

مراقبة الاتجاهات

قامت محطات الطاقة النووية بتوليد نحو 2346 تيراواط ساعة من الكهرباء في عام 2012، مسجلةً انخفاضًا بنسبةٍ بلغت قرابة 7٪ من عام 2011، و12٪ تقريبًا من نقطة الذروة القياسية في عام 2006، وفقًا لتحليل برعاية «مؤسسة هاينريش بول» ـ ومقرها برلين ـ وحزب الخُضْر(التحالف الأوروبي الحر السياسي في أوروبا). ويرجع معظم الانخفاض إلى إغلاق محطات لتوليد الكهرباء في اليابان بعد حادثة محطة فوكوشيما النووية في عام 2011، ولكن الصناعة تكافح أيضًا من أجل صيانة واستبدال المحطات القديمة.

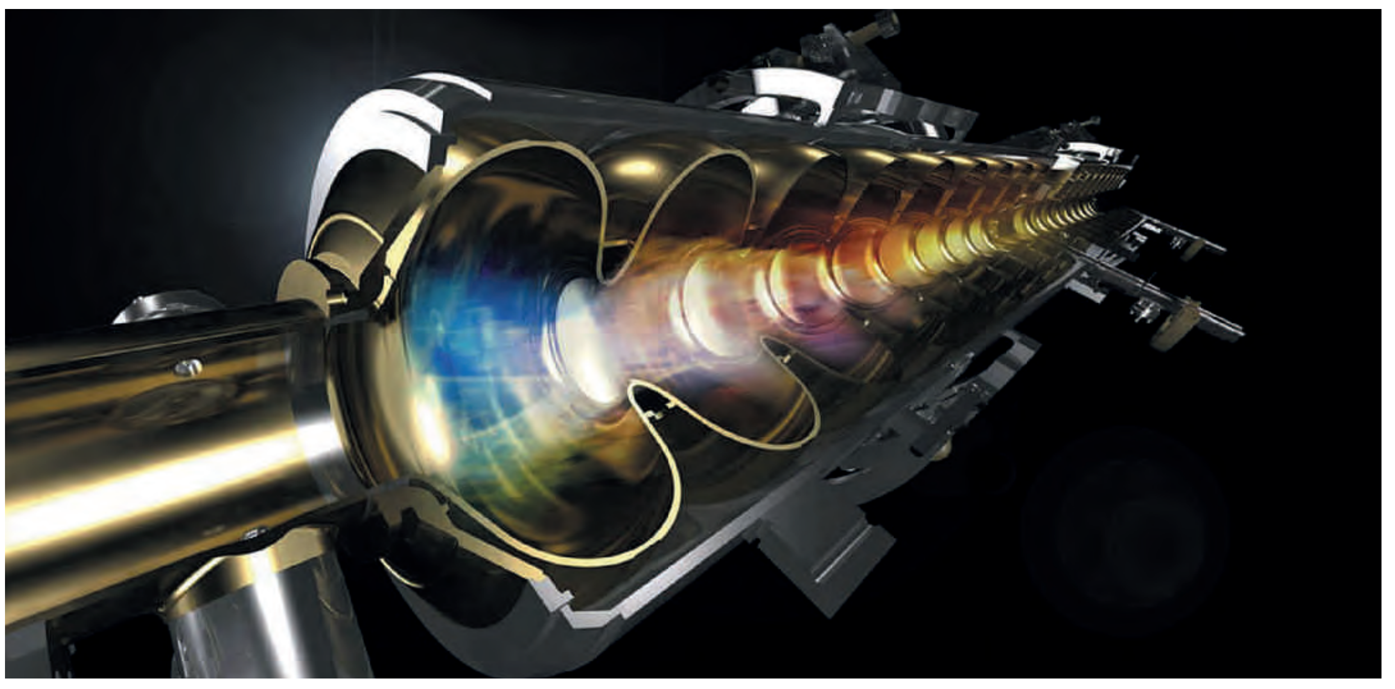


SOURCE: WORLD NUCLEAR INDUSTRY STATUS REPORT 2013

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأخبار اليومية مباشرة من خلال:
go.nature.com/news

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبـــار في دائرة الضـوء



NGLS/LAWRENCE BERKELEY NATL LAB

فجوات فائقة التوصيل في جهاز مصدر ضوء الجيل القادم (انطباع فنان) ستعجِّل الإلكترونات، ثم تستخلص منها أشعة سينية شبيهة بالليزر.

الفيزياء

مختبران يتنافسان على جهاز الأشعة السِّينيّة

مختبرات كاليفورنيا تستجيب لنداء لجنة حكومية؛ لتطوير ليزر إلكترونات حرة قوي.

يوجيني صامويل رايش

أصبحت حدة المنافسة على بناء أقوى جهاز مولِّد للأشعة السينية في العالم تضاهي كثافة الضوء الذي سينبعث منه يومًا ما بين مختبرين تابعَين لوزارة الطاقة الأمريكية يسعى كلٌّ منهما لاستضافة الجهاز المُقترح. كان كل من المختبرين الموجودين في كاليفورنيا ـ مختبر لورنس بيركلي القومي في بيركلي ومختبر المسرّع القومي «سلاك» SLAC في مِنلو بارك ـ يأمل في الحصول على تمويل لمشروعه. لكن في 25 يوليو، قال خبراء وزارة الطاقة إن بناء مصدر ضوئي واحد متطور سيكون خيارًا أفضل.

يقول وليم بارلتا، الفيزيائي بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس في كمبريدج، وعضو لجنة وزارة الطاقة الاستشارية التي اجتمعت مؤخرًا في بثيسدا، ميريلاند، لتطرح توصياتها بشأن الجهاز: «بدلًا من الجدال، نحبِّذ أن يكون لدينا مقترح موحّد»، فنحن «نريد أن نبني جهازًا ثوريًّا متميزًا فعليًّا».

إنّ مصادر الأشعة السينية تزوّدنا بتقنية تصويرية تخدم مختلف فئات العلماء، كعلماء الحياة والكيمياء والمواد. وقادت وزارة الطاقة هذا المجال في العقود الأخيرة ببناء أربعة سينكروترونات (معجّلات جسيمات) قوية، تولِّد أشعة سينية كثيفة لدى انطلاق الإلكترونات حول مساراتها الدائرية. بَنَت الوزارة أيضًا ليزرًا رائدًا للإلكترونات الحرة، يستخدم مغناطيسات مُموَّجة تذبذب شعاع إلكترون ليولِّد نبضات أشعة سينية قوية شبيهة بالليزر. وأحد مشروعات التعاون الأوربية تبني الآن ليزر إلكترونات حرة في ألمانيا، وتعمل كلٌّ من السويد واليابان والبرازيل على تصميمات لمعجّلات تنافس الأجهزة الأمريكية. وفي يناير الماضي، كلّفت وزارة الطاقة الأمريكية لجنة مراجعة؛ لمحاولة استدامة الريادة الأمريكية بهذا المجال.

ألقى تقرير الهيئة بالقفاز الحرير في وجه مصممي المصادر الضوئية في المختبرين المتنافسَين؛ ليتعاونوا على تصميم موحّد لليزر إلكترونات حرة واحد. وفي 2011، حاز مختبر بيركلي من وزارة الطاقة على موافقة مبدئية لمشروع بناء ليزر إلكترونات حرة باسم مصدر ضوء الجيل القادم (NGLS)، بينما كان يأمل مختبر «سلاك» في تحديث جهازه: مصدر «ليناك» الضوئي المتماسك (LCLS)، وهو ليزر إلكترونات حرة يقوم بتشغيله حاليًا.

يقول المديرون في المختبرين إن هناك مجالًا للعمل على جهازين مُكمّلين لبعضهما. وجهاز مصدر ضوء الجيل القادم سينتج أشعة سينية «لينة» منخفضة الطاقة، وهو مثالي لتصوير المواد الحيوية، والتفاعلات الكيميائية، وحركة الإلكترونات في مدارات الذَّرَّة الخارجية. ونقطة القوة الأساسية لهذا الجهاز ستكون معدل التكرار العالي لنبضات الأشعة السينية، وهو ما سيتيح أخذ لقطات متعددة لحركة الإلكترون، وإنتاج «أفلام جزيئية» للعمليات الكيميائية. وعلى نقيض ذلك.. سيزيد تحديث جهاز «ليناك» قدرته على إنتاج أشعة سينية «صلبة» عالية الطاقة، وهو ما يتيح أخذ صور لترتيب الذرات واختراق العناصر الثقيلة عميقًا، لكن النبضات الكثيفة تلك ستأتي عند معدل تكرار منخفض، مما يستبعد إنتاج العمليات الديناميكية. ◄

أضواء ساطعة

لا يفي مقترح جهاز مصدر ليناك للضوء المتماسك (LCLS) ومقترح مصدر ضوء الجيل القادم (NGLS) تحديدًا بالمواصفات التي نادت بها لجنة استشارية تابعة لوزارة الطاقة الأمريكية

المشروع المُقترح	معدل التكرار	حد الطاقة الأقصى
تحديث مصدر ليناك للضوء المتماسك (LCLS)	كيلوهرتز واحد	25000 إلكترون فولت
مشروع مصدر ضوء الجيل القادم (NGLS)	1000 كيلوهرتز	720 إلكترون فولت
توصية اللجنة	100 كيلوهرتز	5000 إلكترون فولت

كلا النهجين سيجتذب مستخدمين. ولويس ديمورو ـ فيزيائي الذرة بجامعة أوهايو في كولومبس ـ حريص على إجراء تجارب «ضخ وجَسّ»، حيث تُستخدم نبضة أشعة سينية أولية لإثارة ذَرَّة، وتستخدم النبضةُ التالية لجَسّ حالة الذرة. والنبضات المتجاورة في تصميم جهاز مصدر ضوء الجيل القادم ستكون مثالية لذلك، لكن فيل بكسبوم ـ فيزيائي الذرة بجامعة ستانفورد بكاليفورنيا ـ الذي يستخدم مصدر الضوء بمختبر «سلاك»، يقول إن جهاز الجيل القادم سيعجز عن جَسّ العناصر الثقيلة، لأنه يعمل عند طاقات منخفضة جدًّا، مقارنةً بالنسخة المحدّثة من جهاز «ليناك».

توصلت المجموعة الاستشارية بوزارة الطاقة إلى أن الغاية الأوسع نطاقًا علميًّا يحققها جهاز واحد يجمع نقاط القوة لدى جهاز مصدر ضوء الجيل القادم وجهاز «ليناك». (انظر: «أضواء ساطعة»). وستساعد توصيات اللجنة وزارة الطاقة في الاستجابة لأعضاء الكونجرس الذين طالبوا بحُجّة جامعة مانعة تبرِّر ليزر إلكترونات حرة مستقبلًا. فبناء جهازين صغيرين أقل قدرة ليس «أفضل الممكن علميًّا مقابل كل دولار سيُنفق»، حسب قول بارلتّا.

واستجابةً لتوصيات اللجنة، هرول كلٌّ من المختبرين لتوسيع نطاق مُقترحه، وناور كلاهما؛ ليكون الظافر باستضافة الجهاز الجديد. يقول بول أليفيساتوس ـ مدير مختبر بيركلي ـ إن تصميم جهاز الجيل القادم جعل حد طاقته القصوى 720 إلكترون فولت؛ لتظل تكلفة المشروع دون 700 مليون دولار. وزيادة الميزانية إلى 1.2 مليار دولار ستتيح لمعجل شعاع الإلكترون أن يستطيل ويرفع طاقته القصوى إلى 3000 إلكترون فولت، وهو رقم ليس بعيدًا عما اشترطته اللجنة الاستشارية، وهو 5000 إلكترون فولت. «إنه امتداد واضح وبسيط لمقترحنا» حسب قول أليفيساتوس.

«نريد أن نبني جهازًا ثوريًا متميزًا فعلًا»

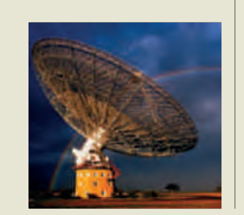
يقول أوفه برجمَن ـ المدير المشارك لمشروع تحديث جهاز «ليناك» ـ إن تحديث «ليناك» قد يصل به إلى معدل تكرار 10 كيلوهرتز (kHz)، لكن المقترح الراهن يرفعه إلى كيلوهرتز واحد فقط. وللاقتراب من الرقم الذي أوصت به اللجنة، وهو 100 كيلوهرتز، يُقرّ برجمَن أن الجهاز سيحتاج إلى أن يستبدل بمعجله الحالي معجلًا فائق التوصيل، وهي سمة أساسية في مقترح مختبر بيركلي. وفي النهاية، يقول برجمن إن فكرة تحديث جهاز موجود بالفعل أكثر واقعية في ظل القيود المالية الراهنة، مقارنةً برؤية اللجنة الاستشارية الطموحة، «فاللجنة تقترح شيئًا، لكنها ليست مَنْ يدفع الفاتورة».

يقول فيزيائي المعجّلات، مايكل بورلاند، من مختبر أرجون القومي بإلينوي: «أشعل مناخ القيود المالية المنافسة بين المُقترحين». ويتابع: «هناك تمويل محدود، والوكالات الحكومية تحتاج أن تقرر أي الجهازَين يقام أولاً»، لكنه يرى طريقة واحدة ـ على الأقل ـ تجمع بين المشروعين: مصدر الإلكترونات والمعجل الخطي فائق التوصيل من مقترح جهاز مصدر ضوء الجيل القادم (NGLS) يمكن وضعهما داخل نفق جهاز «ليناك» (LCLS) الموجود حاليًا للاستفادة من مغناطيساته المموَّجة. ويضيف: «يبدو هذا منطقيًّا أكثر، عوضًا عن البدء من الصفر في جهاز عالي الطاقة، كمصدر ضوء الجيل القادم».

يقول توماس رَسِل، عالِم البوليمر بجامعة ماساتشوستس في أمهيرست: «بالنسبة إلى المستخدمين، لن تأتي أي خطة جديدة بسرعة». يريد رَسِل أن يستخدم مصدرًا للأشعة السينية سريع التكرار؛ ليراقب تبلر مواد فاعلة ضوئيًّا تُستخدم في الخلايا الشمسية. وجهاز «ليناك» الحالي ليس سريعًا بما يكفي لإنتاج الأفلام التي يريدها، بل إن مصدر ليزر الإلكترونات الحرة الأول بالولايات المتحدة، «ليناك»، يرفض أربعة علماء مقابل عالم واحد يُتاح له الوقت لاستخدام الجهاز. زار رَسِل سينكوترونات (معجّلات) الأشعة السينية الأمريكية الأربعة كلها، لكن الطبيعة المنتشرة للضوء في تلك الأجهزة تجعل قدرته على فهم البِنَى البلورية مستحيلة. يقول رسل: «عند حد معيّن، لن تستطيع أن تقوم بإجراء التجربة التي تريدها.. فالمصادر الضوئية الموجودة لا تمدنا بالقدرة الكافية». ■

المزيد أونلاين

القصة الكبرى



دفقات أشعة راديو من خارج المجرة قد تساعد في العثور على مادة مفقودة go.nature.com/rfktzp

تقارير أخرى

- عودة الدعوة لحماية مياه القطب الجنوبي إلى جدول الأعمال go.nature.com/uw1mpy
- وكالة التمويل العلمي الإسبانية تسترد منحًا بحثية لم تُستخدَم go.nature.com/Grjp8p
- الاستعانة بموارد خارجية قد يفتح المجال لعلوم البحار go.nature.com/w8y74c

بودكاست «نيتشر»



استخدام المياه في الغابات؛ وشبه انقراض بعض الأنواع يعطل المنظومات البيئية؛ ويُحَسّن الحديث الاصطناعي nature.com/nature/podcast

JAY M. PASACHOFF/SCIENCE FACTION/GETTY IMAGES

التقنية الحيوية

مطاردة القمح الغامض المعدَّل وراثيًّا تزداد سخونة

يأمل الباحثون في تعقب أصول المحصول المُعَدَّل وراثيًّا.

هايدي لدفورد

مرّ حوالي خمسة أشهر منذ أن اكتشف مُزَارِع بولاية أوريجون قمحًا مُعدَّلًا وراثيًّا غير مُرَخَّص في حقل من الحقول التجارية؛ مما أطلق حظرًا على واردات القمح الأمريكي إلى اليابان وكوريا الجنوبية. ومؤخرًا، بدأ موسم الحصاد، ومعه ظهر أن هذا التلوث كان حدثًا استثنائيًّا، واستؤنفت الواردات إلى كوريا الجنوبية.

ومع زحف جيش من موظفي جهات عديدة عبر حقول القمح بشرق ولاية أوريجون، يظل لغز الأنواع الدخيلة المُعَدَّلة وراثيًّا ماثلًا في أذهان المحققين بوزارة الزراعة الأمريكية، الذين يحاولون تَتَبُّع مصدر هذه النباتات، وصولاً إلى أحد حقول أبحاث زراعية. يقول المقربون من دائرة التحقيق إن هوية الصنف موضع التحقيق ربما تظهر خلال أسابيع، مما سيقدم اكتشافاً تشتد الحاجة إليه في هذا اللغز البوليسي الزراعي. ويمكن لهذا الاكتشاف أن يشير إلى سبب إطلاق هذا القمح المعدّل وراثيًّا في الحقول، إذ يقترح البعض أن يكون عملاً تخريبيًّا من بعض النشطاء. يقول جيمس موير، مدير مركز الأبحاث الزراعية بجامعة ولاية واشنطن في بولمان: «قد لا نعرف أبدًا مَنْ الذي أطلق هذا الصنف».

ويقول أيضًا: «لكن إذا عرف المحقِّقون النمط الجيني لهذه النباتات؛ فسيتمكنون من تضييق دائرة البحث بعض الشيء».

NATURE.COM
للمزيد حول المحاصيل المُعَدَّلة وراثيًّا، انظر العدد الخاص من دوريّة «نيتشر»:
go.nature.com/gafvrp

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


NATALIE BEHRING/BLOOMBERG VIA GETTY IMAGES

القمح في حقل اختبار بجامعة أوريجون، حيث يُساعد العلماء في التعرّف على أحد المحاصيل الشاذة المُعدَّلة وراثيًّا.

خلال شهر من اكتشاف الأمر في شهر مايو، تتبّع علماء وزارة الزراعة الأمريكية أصل هذه النباتات؛ وصولًا إلى صنف القمح المعدَّل وراثيًّا Roundup Ready، وهو صنف مقاوم للمبيدات العشبية، يُدعى MON71800، طوّرته شركة «مونسانتو» الزراعية، في سانت لويس، ميسوري. أوقفت مونسانتو المشروع في عام 2005 بسبب مخاوف المزارعين من امتناع العملاء في الخارج أن يشتروا القمح الأمريكي إذا احتوى على أصناف مُعَدَّلة وراثيًّا. وفي الولايات المتحدة، لم يُصَرَّح بعد بزراعة أي قمح مُعَدَّل وراثيًّا لأغراض تجارية. تقول الشركة إن جميع البذور من التجارب الميدانية ـ التي أجريت في أكثر من 400 هكتار في 16 ولاية (انظر: «البحث عن القمح المُعَدَّل وراثيًّا») ـ مرصودة بالكامل، وهي إما مُؤَمّنة، أو دُمِّرت.

وكانت مونْسانتو قد شحنت بذور الصنف MON71800 إلى المنتجين الزراعيين بجميع أنحاء البلاد؛ لتهجينها مع أصناف تجارية مُحَسّنة؛ لتلائم مناخ كل منطقة، وطول نهارها، وأمراضها الشائعة. وحاليًا، يغربل المحققون بوزارة الزراعة مئات العلامات الوراثية، في محاولة لمضاهاة البصمة الوراثية لقمح أوريجون المُلوَّث مع أحد الأصناف المُنتجة في حوالي 256 اختبارًا ميدانيًّا مسجلًا لدى الوزارة. وقد يشير وجود مصدر منتج للبذور قريبًا من أوريجون إلى أن هروب البذور كان أمرًا عرضيًّا؛ أما البذور الآتية من حقول بعيدة فتعني أن أحدًا قد احتفظ عمدًا بالبذور ثم أطلقها.

إنّ تحديد هوية الصنف أمر صعب، حسب قول مايكل فيركو، رئيس إدارة تنظيم التقنية الحيوية بمصلحة التفتيش على صحة الحيوان والنبات بوزارة الزراعة. ولدى علماء وزارة الزراعة قدر محدود من الحمض النووي للنبات لإجراء تحليلاتهم، وهم حذرون في اختباراتهم، لاختلافات قاعدة واحدة، أو لتغيرات في عدد نسخ متتابعة متكررة وتكون حالة فريدة بالنسبة إلى مختلف سلالات القمح. يقول فيركو: «إن ذلك يستغرق وقتًا، لكننا نُحرز تقدمًا جيدًا».

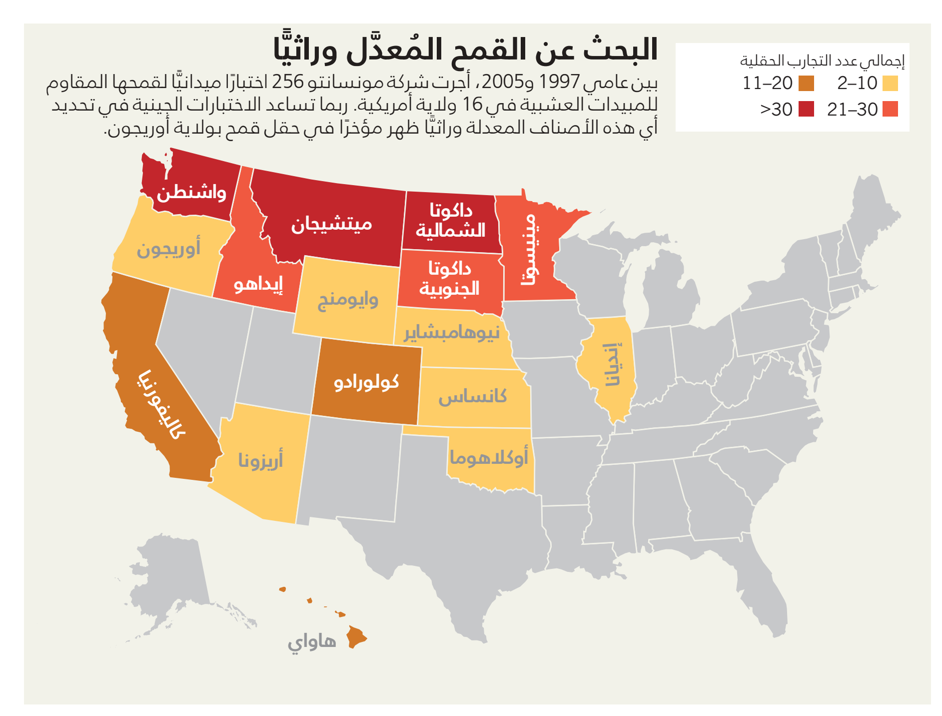
قدمت شركة مونسانتو بوضوح تفسيرها المفضل للتلوث بالقمح المعدل وراثيًّا: التخريب. ففي شهر يونيو، أخبرَ روبرت فريلي ـ مسؤول التقنية الأول بالشركة ـ الصحفيين أن «هناك أناس لا يحبذون التقنية الحيوية، ويستغلون هذا الحدث كفرصة لخلق مشكلات»، لكنّ الناشطين المعارضين للمحاصيل المعدلة وراثيًّا معروفون جيدًا بتدمير النباتات، بدلاً من غرسها، لكن فريلي يجادل بأن الذين يدخلون بطريقة غير مشروعة إلى الحقول لتدمير المحاصيل يمكنهم أيضًا التسلل إلى الحقول التجريبية لجمع البذور.

تَلَقّى تلك الفرضية دعمًا ضئيلاً بين علماء النبات الذين اتصلت بهم دوريّة «نيتشر». يقول نورمان إلستراند، عالِم بيولوجيا النبات بجامعة كاليفورنيا، في ريفرسايد: «أفترض أن ذلك محتمل، لكنه احتمال ضئيل جدًّا». ويقول إن أي مخرّب يخاطر كثيرًا بأن يُعثر على القمح المُعدَّل لديه. فقد كُشف الأمر في أوريجون فقط، لأن المُزارِع كان قد رش حقل قمح غير مُعدَّل وراثيًّا بمادة جلايفوسفات (المبيد العشبي الذي يقاومه القمح المُعدَّل وراثيًّا)، تحضيرًا للمحصول الجديد؛ فلاحظ وجود بضع نباتات قمح باقية؛ فأخطر الآخرين بالاكتشاف.

ويجادل فريلي بأن توزيع النبتات الملوّثة يشير إلى أنها ألقيت هناك بفعل فاعل. فقد عُثِر عليها في بقع محددة بحقل واحد فقط من حقلين زُرِعا ببذور القمح غير المُعدَّلة وراثيًّا نفسها، لكن روبرت زيميترا ـ خبير تربية القمح بجامعة أوريجون بكورڤاليس ـ يقول إنه قد توجد تفسيرات أخرى لمثل هذا التوزيع.. فمثلًا، إذا كان النبات المُلوَّث نبات قمح ربيعي في حقل قمح شتوي، فسيزهر النبات المُعدَّل وراثيًّا ويرمي أغلب بذوره قبل حصاد بقية المحصول. وستسقط تلك البذور أسفل النبتة مباشرة، وتولد مجموعات من الذُّرِّيَّة المقاومِة للمبيدات العشبية.

يُقِر رينيه ڤان أكر ـ وهو عالِم الأعشاب بجامعة جيلف بأونتاريو، كندا ـ بأنه ليس بين التفسيرات تفسير واحد مقنع. فقد أجرى ڤان أكر وزيميترا تجارب ميدانية منفصلة على القمح منذ عِقد، وكلاهما يقول إن شركة مونسانتو فرضت رقابة شديدة على التجارب. يقول ڤان أكر متذكرًا: «كان علينا رصد وإحصاء كل البذور الداخلة والخارجة، وصولًا إلى كل جرام». ويتذكر زيميترا ـ بغير اعتزاز ـ ساعات قضاها في تفكيك الحصّادات، وتنظيف كل جزء باستخدام الهواء المضغوط، وإزالة البذور بالملاقط عند الضرورة.

أمّا كارول مالوري سميث ـ عالمة الأعشاب بجامعة أوريجون كورڤاليس، التي كانت أول من اختبر نباتات أوريجون منذ أشهر ـ فلم تُفاجأ بفرار إحدى بذور الاختبار الميداني. فقد سبق أن وجدت محاصيل مُعدَّلة وراثيًّا بأماكن غريبة. ففي 2009، مثلًا، وجدت شتلات بنجر السكر المُعدَّلة وراثيًّا في كيس من التربة التي تباع لمزارعي الحدائق. وتقول «هناك مواقع كثيرة في النظام، حيث يمكن حدوث أخطاء». وتخلص إلى أنه «متى ما أطلقنا هذه الجينات في الحقل، ينبغي أن نفترض أنها ستبقى في البيئة». ■



البحث عن القمح المُعدَّل وراثيًّا

بين عامي 1997 و2005، أجرت شركة مونسانتو 256 اختبارًا ميدانيًّا لقمحها المقاوم للمبيدات العشبية في 16 ولاية أمريكية. ربما تساعد الاختبارات الجينية في تحديد أي هذه الأصناف المعدلة وراثيًّا ظهر مؤخرًا في حقل قمح بولاية أوريجون.

SOURCE: USDA, MONSANTO

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفيزياء

التصـويـر يصطـدم بحاجـز الضجيـج

الحدود الفيزيائية تعني أن مجهر الإلكترون يقترب من أقصى استبانة ممكنة.

يوجيني صامويل رايش

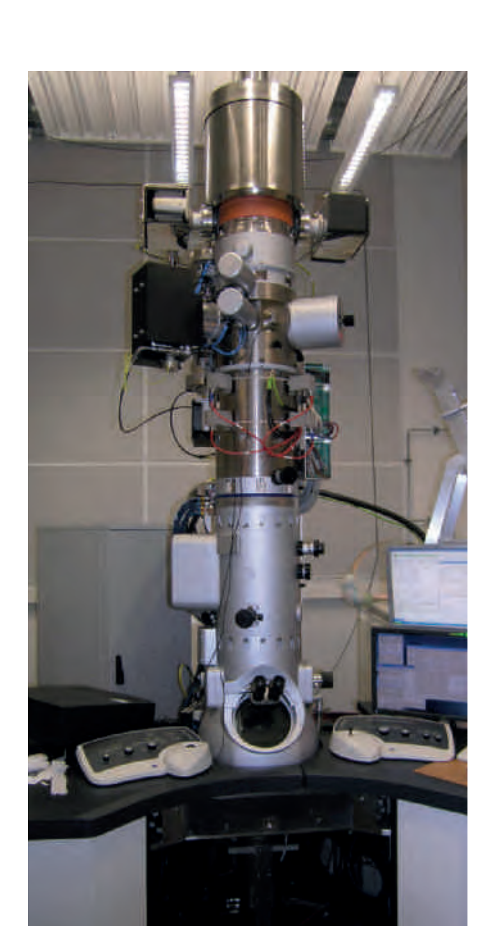
تلقت خطط تطوير الجيل القادم من مجاهر الإلكترون ضربة قوية باكتشاف مصدر غير متوقع للضجيج والتشويش، قد يحبط جهود العلماء للوصول بدقة الاستبانة إلى مستوى دون حجم الذرة.

يصف باحثون يعملون لدى شركة تصنيع رائدة بمجال البصريات المتقدمة مصدر ذلك الضجيج في ورقة علمية قيد النشر مؤخرًا[1]. ويعتقد الباحثون أن بالإمكان إيجاد طريقة لتخفيف الضجيج، لكن خبراء مجاهر الإلكترون يقرّون بأن الاكتشاف يمثل أحدث إشارة إلى أن مسعاهم الباهظ لالتقاط صور أكثر تفصيلاً أصبح يصطدم بحدود الفيزياء ذاتها. يقول البعض إن الأفضل بذل تلك الجهود في صنع آلات أرخص ثمنًا، وتكون متاحة أكثر.

يتساءل ديفيد مولر، الفيزيائي بجامعة كورنيل في إثاكا، نيويورك: «أليس من الأفضل أن يكون لدينا عشرة أجهزة تعمل بدقة أنجستروم واحد (Å)، وتحل مئات من مسائل علوم المواد، بدلاً من جهاز واحد باهظ الثمن، قد لا يكون فعالاً، لكنه يحاول كسر الحدود المعروفة؟».

إنّ مجاهر الإلكترون ـ التي تم تطويرها لأول مرة في أوائل القرن العشرين ـ تعمل بإطلاق إلكترونات عبر مادة معيّنة، ثم تستخدم الطريقة التي تشتتت بها الإلكترونات؛ لإنتاج صور أدق آلاف المرات من تلك التي يلتقطها المجهر الضوئي العادي. ففي عام 1959، طرح الفيزيائي الأمريكي ريتشارد فينمان تحديًا شاقًّا: الوصول إلى استبانة مستواها 0.1 أنجستروم (0.1 Å)، أي أصغر من قطر ذرة. بعد حوالي خمسين عامًا، وفي عام 2008، أماط مختبر «لورنس بركلي» القومي في كاليفورنيا اللثام عن إنجاز مشروع مجهر إلكترون النفاذ المُصحّح للانحراف (TEAM)، بقيمة 27 مليون دولار، وباستبانة 0.5 أنجستروم، (ضعف حساسية ودقة مجهر أنجز قبل أربعة أعوام)، أي أن الاستبانة بحجم أصغر الروابط الكيميائية في الطبيعة. ومنذ ذلك الوقت، يدفع المصنِّعون باتجاه إنتاج تلك التقنية بأسعار مقبولة، ويخطط خبراء المجاهر في اليابان وألمانيا لآلات مجهرية، استبانتها دون الأنجستروم، ويحاول الباحثون في بركلي الوصول إلى دقة أعلى من تلك التي وصل إليها فريق «مجهر إلكترون النفاذ المصحح للانحراف».

ومع ذلك.. ورغم الوصول إلى الاستبانة المنشودة، لم يحقق فريق TEAM ما كان يصبو إليه.. فأول جهاز أنتجه المشروع كان أداؤه كالمتوقع منه، لكن الجهاز الثاني ـ ورُغم كونه أكثر تطورًا ـ أخفق في تقديم أداء أفضل من سابقه.



مجهر الإلكترون الألماني منخفض الجهد دون الأنجستروم SALVE2، الذي يُعاد تصميمه؛ للحَدّ من الضجيج.

كان الجهاز الثاني يحتوي على مصحِّح للانحراف اللوني، وهو مُجَمَّع معقد من عدسات كهربائية ومغناطيسية تستهدف إزالة التشويش (عدم الوضوح) الذي تسببه الاختلافات في طاقة الإلكترونات. وكان أمل الباحثين أن يساعد ذلك في الوصول إلى استبانة 0.33 أنجستروم، لكن استبانة الجهاز الثاني جاءت دون مستوى استبانة الجهاز الأول. وفي عام 2010، شرع مهندسون بشركة أنظمة تصحيح الإلكترون البصرية (CEOS) في هايدلبرج بألمانيا، وهي الشركة التي أنتجت مجهرًا مصحِّحًا قيمته حوالي 1.2 مليون يورو (1.6 مليون دولار)، يحققون في أسباب فشل الجهاز الثاني.

كان الوصول إلى الإجابة بطيئًا، حسب قول ستيفان أوليمان، المهندس بشركة (CEOS). وبنهاية المطاف، اكتشف أوليمان في تجارب هذا العام أنه يستطيع أن يكرر التشويش بدون المصحِّح، لو استبدل به أنابيب فارغة من المواد المستخدمة في بناء الجهاز، كسبيكة النيكل والحديد، أو النحاس، أو الفولاذ غير القابل للصدأ. وهذا يعني أن الضجيج ينشأ من ظاهرة فيزيائية في المواد، وليس من مشكلات خاصة بعدسات المصحح. هذا التأثير يصبح أسوأ في درجات حرارة أعلى. وهكذا أدرك أوليمان أن الضجيج لا بد أن سببه الاهتزازات الحرارية التي تهزهز الإلكترونات في المواد، وتنتج مجالات مغناطيسية تصادم الإلكترونات في شعاع المجهر[1].

يُعتقد أن ضجيجًا كهذا حاضرٌ في كل مجاهر الإلكترون، لكن حجم «مصحِّحات» شركة أنظمة تصحيح الإلكترون البصرية (CEOS) ـ طول أحدها متر ووزنه ثلاثة أرباع الطن ـ هو ما يضخِّم الضجيج. وتقدّر الشركة أن هذا التأثير يحدّ من استبانة المجهر بنحو 0.45 إلى 0.75 أنجستروم، مما يكفي لتفسير لماذا فشل جهاز TEAM الثاني في الوصول إلى دقة الجهاز الذي سبقه.

«الحاجز إذن فيزيائي، ولذلك ينبغي لنا أن نفكر بجدية أكثر»، حسب قول أوتِه قيصر، خبير مجاهر الإلكترون بجامعة أولم في ألمانيا، وهو مدير مشروع مجاهر الإلكترون منخفضة الجهد دون الأنجستروم (SALVE)، المخصص له 12 مليون يورو لبناء مجهرَيْن رائدين. يعمل هذا المشروع (SALVE) مع أنظمة تصحيح الإلكترون (CEOS)؛ لإعادة تصميم أحد تلك الأجهزة، وهو حاليًّا تحت الإنشاء، في محاولة لخفض مشكلة الضجيج عبر تحريك شعاع الإلكترون بعيدًا عن المواد المسبِّبة للمشكلة.

إنّ التأثيرات المغناطيسية ليست هي السبب الوحيد للضجيج المكتشَف في السنين الأخيرة. ففي عام 2012، أظهر رود ترومب ـ خبير مجاهر الإلكترون، وزملاؤه بجامعة لايدن في هولندا ـ أن تصحيح الانحراف الحديث غير مستقر بشكل جوهري، وأن الضجيج الكهروستاتيكي وأنواع ضجيج أخرى تسبِّب التشويش بعد عدة دقائق[2]. وأوضحت مجموعة مولر أنه في حدود الاستبانة الراهنة، يمكن للتأثيرات الميكانيكية الكمّية الناجمة عن استطارة الإلكترونات من ذرات البلورات أن تجعل الذرات المصوَّرة أكبر أو أصغر مما هي فعلًا[3].

وحتى مع حدود استبانته الراهنة، يستطيع مجهر TEAM (بمستوى استبانة 0.5 أنجستروم) أن ينتج علمًا رائدًا. ففي إبريل الماضي، نشر الفيزيائي جون مياو وفريقه ـ بجامعة كاليفورنيا في لوس أنجيليس ـ أول صور بمقياس ذري لعيوب بلورية بجسيم نانوي من البلاتينوم[4]. يقول أولي دامَن ـ رئيس المركز القومي لمجهرية الإلكترون في بركلي، حيث يوجد المجهر ـ إن فريق مياو قريبٌ جدًّا من تصوير ثلاثي الأبعاد لجسيمات النانو. وذلك سيحقق هدف فينمان الذي أراد تصوير المواد ذَرَّة بِذَرَّة، دون الحاجة إلى الاستبانة التي نادى بها. يقول دامَن: «لا أرى أن هناك مشكلات في علوم المواد يمكن حلها عند استبانة 0.3 أنجستروم، ولا يمكن حلها عند استبانة 0.5 أنجستروم». ■

1. Uhlemann, S., Müller, H., Hartel, P., Zach, J. & Haider, M. *Phys. Rev. Lett.* (in the press).
2. Schramm, S. M., van der Molen, S. J. & Tromp, R. M. *Phys. Rev. Lett.* **109,** 163901 (2012).
3. Hovden, R., Xin, H. L. & Muller, D. A. *Phys. Rev. B* **86,** 195415 (2012).
4. Chen, C.-C. *et al. Nature* **496,** 74–77 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بيولوجيا الإشعاع

فوكوشيما توفِّر مختبرًا بيئيًّا طبيعيًّا

يقول علماء البيئة إنهم يحتاجون تمويلاً أكثر.

إيوين كالاويه

بعد أن ضرب زلزال بقوة 9 درجات الساحل الشرقي لليابان في مارس 2011، وأطلق كارثة فوكوشيما النووية بساعات، أرسلت مارتا وين رسالة بالبريد الإلكتروني إلى زملائها اليابانيين، أولًا للاطمئنان على سلامتهم، ولاحقًا لوضع الخطط.

تقول وين ـ الباحثة في الوراثة السكانية بجامعة فلوريدا، جينزفيل ـ إن انهيار مفاعل تشيرنوبل النووي في أوكرانيا في 1986 كان فرصة ضاعت من الباحثين لجمع بيانات عن آثار الإشعاعات منخفضة المستوى على البيئة. ولم يتمكن العلماء المستقلون من الوصول إلى المنطقة لعِقد. وتتابع وين: «هذه المرة، فكرت أنه كان من المهم انتهاز الفرصة، لجمع ودراسة المعلومات حول النتائج الفعلية المحتملة لمثل هذه الكارثة».

ومؤخرًا، التقت وين ببيولوجيين آخرين يدرُسون حادثتي تشيرنوبل وفوكوشيما في اللقاء السنوى لجمعية البيولوجيا الجزيئية والتطور في شيكاغو، إلينوي، ليعرضوا ما تعلموه حتى الآن، والدراسات التى يشعرون بضرورتها في المستقبل. يعتقد هؤلاء العلماء أن عملهم البحثي حول تأثير الإشعاعات منخفضة المستوى على الحيوانات، كالفراشات وعصافير الدوري، مهم لفهم تأثير تلك الإشعاعات على البشر، وتداعيات ذلك على الاستجابات الحكومية المناسبة لحالات تسرب الإشعاع.

يقول ديفيد برينر ـ مدير مركز أبحاث الإشعاع بجامعة كولومبيا، نيويورك ـ إن الآثار المترتبة على تعرض البشر لمثل تلك الإشعاعات ليست مفهومة جيدًا. وفي خطاب بتاريخ 18 مارس إلى جون هولدرين، كبير مستشاري الرئيس الأمريكى للشؤون العلمية، دعا برينر وزملاؤه إلى استراتيجية بحثية شاملة للمشكلة. يقول برينر: «نحن عالقون في مأزق، لأننا مضطرون لاتخاذ قرارات حول سياسات بناء على مجرد تخمينات، لا أكثر». ويضيف برينر، قائلًا إن المخاطر صغيرة، خاصة مخاطر الإصابة بالسرطان. ففي مارس الماضي، حدد تقرير لمنظمة الصحة العالمية بجنيف، سويسرا، مناطق ساخنة معينة بمقاطعة فوكوشيما، حيث يُتوقع أن يشهد الأطفال زيادة طفيفة لإجمالي مخاطر تعرضهم لبعض السرطانات النادرة، كالتى تصيب الغدة الدرقية، لكن معظم الدراسات الوبائية البشرية ليست واسعة بالقدر الكافي لرصد الزيادات الطفيفة في انتشار الحالات النادرة.

يعتقد علماء ـ مثل وين ـ أن بإمكانهم سد بعض الفجوات المعرفية بدراسة أنواع أخرى، إذا استطاعوا تأمين التمويل الضروري. وقد ثبت أن هذا صعب للغاية في عالم تتعرض فيه البيانات المتاحة حول تأثيرات الإشعاع لنقاش ساخن في خضم الجدل الدائر حول استخدام الطاقة النووية.

إنّ بيانات فوكوشيما مشتتة ومحل خلاف. وهناك موجة بحثية تتعلق بالفراشات. وبدوره، درَس جوجي أوتاكي ـ عالِم البيئة بجامعة ريوكيوس في نيشيهارا، اليابان ـ لأكثر من عشر سنوات أنماط بقع الأجنحة والصفات الجينية الأخرى لنوع «زيزيريا ماها» *Zizeeria maha* من الفراشات اليابانية. يقول أوتاكي، الذي قدَّم عملًا بحثيًّا بمؤتمر شيكاغو: «لم أحلم قط باستخدام تلك الفراشة في بحث يتعلق بحادثة نووية»، لكن بعد حادثة الانهيار النووي بفوكوشيما، أقنعه اثنان من طلابه بالدراسات العليا بالبحث عن أي تغيرات غير طبيعية في الفراشة، كمؤشر بيئي على آثار الإشعاع.

ذهب الفريق إلى فوكوشيما في مايو 2011، بعد شهرين من وقوع الزلزال، وهو الوقت الذى تخرج فيه الفراشات الجديدة من شرانقها، وعادوا إليها في سبتمبر 2011. جمع الفريق فراشات من مواقع، يتراوح بُعْدها عن المفاعل النووي بين 20 و225 كيلومترًا. أظهرت الحشرات التى جمعت في مايو مشكلات قليلة، بينما أظهرت ذريتها التى نشأت بمختبر شذوذًا متعددًا، تمثَّل في شكل أجنحتها الممسوخة، وبقع العيون الغريبة، وماتت فراشات كثيرة في طور العذريّة (A. Hiyama *et al*. *Sci*. *Rep*. **2**, 570; 2012). وقد أظهرت ذرية أكثر من نصف الفراشات التي جُمعت في سبتمبر تلك العيوب نفسها. وقد عَرّض أيضًا فريق أوتاكي الفراشات لجرعات إشعاع في المختبر، تماثل تلك التي ربما تلقتها قرب فوكوشيما، فظهرت العيوب نفسها في ذريتها. يقول أوتاكي: «يمكنك أن تأتي بتفسيرات أخرى، لكنْ أعتقد أن فرضيةَ تسبُّب الإشعاع في تغيرات شاذة وموت أكثرُ معقولية». ويقول تيم موسّو، عالِم الوراثة التطورية بجامعة ساوث كارولينا في كولومبيا: «هناك حاجة ماسة إلى مثل هذه الدراسات». وكان موسو قد توجّه مؤخرًا إلى فوكوشيما، ليبدأ موسم العمل الميداني الثالث منذ حادث الانهيار النووي، متتبِّعًا الطيور والحشرات والحيوانات الصغيرة الأخرى. وبعد موسم واحد من العمل الميداني، شهد فريقه البحثي حالات نفوق لبعض الحشرات، وتراجُع أعداد بعض تجمُّعات الطيور (A. P. Møller *et al*. *Environ*. *Pollut*. **164**, 36–39; 2012). ويأمل موسو أن ينشر قريبًا نتائج ثلاث سنوات من المشاهدات. وللحصول على التمويل، يقول إنه يتجه في معظم الأحيان إلى المؤسسات الخاصة. ويضيف: «أعتقد أن هذا قد يكون أمرًا بالغ الحساسية سياسيًّا». وقد تَلَقَّى موسو تمويلًا من شركة ألمانية تعمل بمجال التقنية الحيوية، ويعمل الآن مع باحثين تدعمهم الحكومة الفنلندية. ويقول إن من الصعب تأمين منحة من الحكومة الأمريكية. وكانت وزارة الطاقة الأمريكية قد أوقفت بشكل كبير تمويل برنامجها البحثي حول التعرض للإشعاعات منخفض الجرعة، بينما قدمت مؤسسة العلوم القومية ومعاهد الصحة القومية منحًا قليلة لأبحاث حول هذا الموضوع. ويضيف: «يبدو أن الوحيدين الذين يقومون بالبحث مغامرون وانتهازيون ومستقلون»، فهم «لديهم بعض المرونة فيما يفعلون، ويفعلونه على مسؤوليتهم، دون دعم رسمي».

NATURE.COM
للمزيد حول كارثة فوكوشيما، انظر:
go.nature.com/ulsz2n

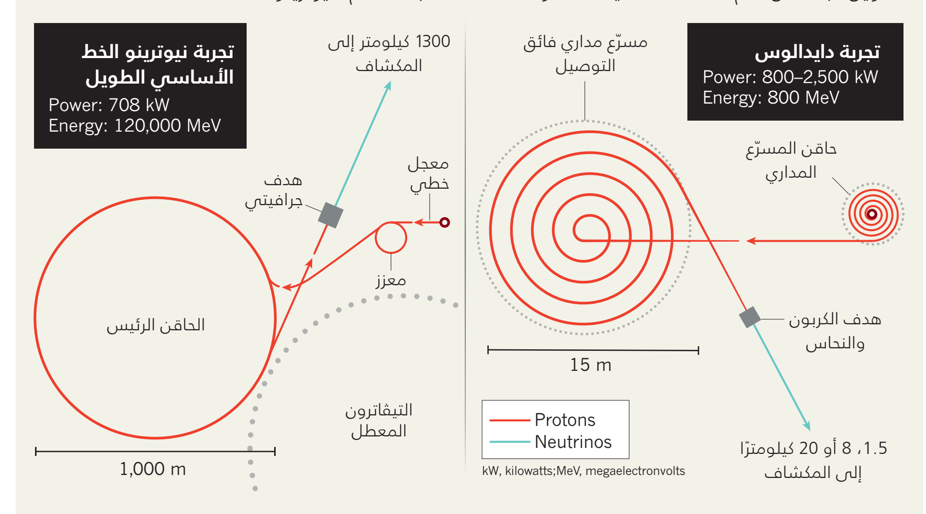
يتحفظ علماء آخرون على التقارير المنشورة حول الأضرار البيئية في فوكوشيما. ويقول هؤلاء العلماء إن أبحاث أوتاكي معيبة، حيث يختلف شكل جناح الفراشات وصفاتها الأخرى طبيعيًّا، حسب الموقع الجغرافي. ففي تعليق كتبه تيموثي يورجنسن، عالِم بيولوجيا الإشعاع الجزيئية بجامعة جورجتاون بواشنطن، حول دراسة أوتاكي المنشورة في 2012، قال: «لا ينبغي استخدام الادعاءات المثيرة لهذه الدراسة لترويع السكان المحليين، وسَوْقِهم ليستنتجوا بشكل خاطئ أن تعرُّضهم لهذه الجرعات المنخفضة نسبيًّا من الإشعاع البيئى يُعرِّضهم لمخاطر صحية كبيرة». وانتُقِد تقرير موسو حول الأضرار الواقعة على الطيور بعد سنة من حادثة فوكوشيما، لاعتمادها على فترة واحدة لجمع عينات، وافتقادها بيانات خط الأساس. ويعتقد ريتشارد ويكفورد ـ عالم الأوبئة بجامعة مانشستر في بريطانيا ـ أن تلك الأبحاث البيئية حول تأثيرات كارثة فوكوشيما ستَثبت أنها مربكة مثل جهود اكتشاف الآثار الصحية لدى بشر تعرضوا لجرعات إشعاع منخفضة. لقد تغيرت أنظمة بيئية عديدة، وأنواعها الحيوية ـ بعد إخلاء البشر منها ـ بطرق لا علاقة لها مطلقًا بالإشعاع.

تقول وين إن أبحاث ما بعد فوكوشيما تحتاج دعمًا أكبر لتحسين جودتها. وتكتب وين وزملاؤها مسودة «كتاب أبيض»، وهي (وثيقة للتعامل مع مشكلة ما)، لتأسيس معايير أفضل لجمع وتحليل ونشر البيانات. تقول وين: «نحن لا نريد أنْ تحدث كوارث أكثر، كي نتمكن من جمع بيانات أكثر، لكن إذا ما حدثت بالفعل، فلا بد أنْ نتعلم منها». ■

CHIYO NOHARA & JOJI M. OTAKI

فراشة زيزيريا ماها اليابانية بأجنحة غير طبيعية.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



فيزياء الجُسَيمات

المُسَـــرِّع المَـدَارِي يعــود مجــدَّدًا

يأمل الفيزيائيون الأمريكيون في إحياء تقنية كلاسيكية لدعم تجارب النيوترينو الأساسية.

يوجيني صامويل رايش

منذ عام 1982، يُقِيم فيزيائيو الجسيمات ـ بين الحين والآخر ـ في الهواء الطلق الجبلي النقي في سنوماس بولاية كولورادو؛ لتكوين أجيال متعاقبة من معجِّلات الجُسَيمات.

ونظرًا إلى قيود الموازنة، سيكون تجمّع سنوماس للدراسة الصيفية هذا العام ـ هو الأول منذ عام 2001 ـ أقل طموحًا.. فممارسة التخطيط على مستوى القاعدة، الذي يبدأ في 29 يوليو، سيستغرق أسبوعًا واحدًا، بدلًا من ثلاثة أسابيع. وسيقيم الفيزيائيون في مكان أكثر تواضعًا ـ مينيابوليس بولاية مينيسوتا ـ من موقعهم الجبلي المعهود في كولورادو.

والفكرة التي تستولي على انتباه الفيزيائيين الآن أثناء تحضيراتهم للّقاء هي أيضًا فكرة متواضعة ومقتصدة: مسرّع منخفض الطاقة، وعالي الكثافة، يُسمّى المسرِّع المداري (Cyclotron). تلك التقنية، التي استُخدمت لأول مرة منذ ثمانين عامًا، تراجعت لصالح معجِّلات الجسيمات الأكثر جاذبية، التي تُشَغِّل منشآت كمصادم الهادرون الكبير (LHC) بمختبر أوروبا لفيزياء الجُسَيمات «سيرن»، قرب جنيف بسويسرا.

ومع بحث الفيزيائيين عن طرق أرخص لاختبار أسئلتهم الكبرى، قد تشهد المسرّعات المدارية بعثًا جديدًا.

تقول جانيت كونراد، فيزيائية الجُسيمات بمعهد تكنولوجيا ماساتشوستس (MIT) بكمبريدج، ومن المتحدثين باسم مشروع «دايدالوس» DAEδALUS التعاوني، وهو مقترح لتوليد شعاعات نيوترينو دون المستوى الذري باستخدام مسرعات مدارية: «نحتاج شيئًا خارج أنماط التفكير السائدة تمامًا».

وبعد أن أغلقت وزارة الطاقة الأمريكية مصادم الجُسيمات عالي الطاقة «تيفاترون» Tevatron بمختبر معجّل فيرمي القومي (فيرميلاب Fermilab) في باتافيا بإلينوي، ركز فيزيائيو الجسيمات الأمريكيون اهتمامهم على توليد شعاعات جسيمات عالية الكثافة، وليست عالية الطاقة؛ ليستطيعوا إنتاج كمية كبيرة من البيانات في الثانية الواحدة. وبتلك الطريقة، ورغم أن فيرميلاب لم يعد منافسًا لمصادم الهادرون الكبير فيما يخص الطاقة، يمكن إعادة توظيف شعاعات بروتونات «تيڤاترون» المتوهجة؛ ليكون رائدًا بمجال الكثافة.

طوّر فيرميلاب بسرعة خططه لتجربة رائدة من حيث «الكثافة» باسم «تجربة نيوترينو الخط الأساسي الطويل» (LBNE). وسوف تولِّد التجربة شعاعات من النيوترينو ومضادات النيوترينو بامتداد مسار تحت الأرض يبلغ 1300 كيلومتر، وصولًا إلى المكشاف الموجود في منجم هومستيك قرب ليد بولاية ساوث داكوتا. ويُعتقد أن النيوترينوات ومضاداتها تتصرف بشكل متطابق بكل سبيل تقريبًا، لكن تجربة نيوترينو الخط الأساسي الطويل ستبحث عن الفروق الحاسمة بينهما. وستراقب التجربة الطريقة التي تتشكل أو تتحول بها الأنواع الثلاثة من النيوترينو إلى بعضها البعض في طريقها بامتداد الشعاع، ثم تعاد التجربة مرة أخرى بشعاع مضادات النيوترينو. وأيّ فروق يلتقطها المكشاف ستشير إلى عدم تماثل جوهري، وهو ما سيسهم في تفسير احتواء الكون على مادة أكثر كثيرًا من المادة المضادة.

في عام 2012، طلبت وزارة الطاقة الأمريكية من فيرميلاب التخلي عن تلك الخطط الطموحة (انظر «نيتشر»: *Nature* **485**, 16; 2012)، فعاد مختبر فيرمي بتصميم، تكلفت مرحلته الأولى حوالي 800 مليون دولار، لكن كثيرًا من الفيزيائيين قلقون بشأن كون تلك التجربة المخفّضة أقل دقة.

يبرز مشروع «دايدالوس» الآن كبديل منخفض التكلفة لاختبار عدم تماثل المادة والمادة المضادة. وحسب هذه الخطة، سيُلقى بالبروتونات الساكنة تقريبًا في مركز مسرّع مداري صغير، ثم يتم تسريعها عبر المجالات المغناطيسية في حلزونات، حتى تصل حافة المسرّع الخارجية. وتلك البروتونات المنشطة سيتم إدخالها لمسرّع مداري ثاني أكبر، قُطره حوالي 15 مترًا، ليسرّعها أكثر. وسيتم إطلاق إشعاع البروتون الناجم عن هذه العملية على هدف من الكربون والنحاس؛ ليولّد جسيمات تُسمى البايونات pions، يضمحل بعضها إلى مضادات نيوترينو.

وبتكلفة حوالي 130 مليون دولار لهذا الزوج من المسرّعات المدارية، سيكون مشروع «دايدالوس» أرخص وأصغر كثيرًا من تجربة نيوترينو الخط الأساسي الطويل (انظر: «إعادة تدوير المُسَرّع المداري»). ولن تنجح المسرّعات المدارية في الوصول إلى طاقات البروتونات التي تولدها معجلات البروتونات في فيرميلاب، لكنها جزئيًّا ـ بالتشغيل عند قدرة أعلى ـ ستولِّد عددًا مماثلًا من مضادات النيوترينو في الثانية

المزيد أونلاين

تقارير أخرى

- فيروسات عملاقة تشير إلى وجود «النطاق الحيوي الرابع» go.nature.com/2m1ab9
- إعادة برمجة الخلايا الجذعية باستخدام كيماويات، لا جينات go.nature.com/pspbw7
- مجموعات أقرباء بالحالة البرية لمحاصيل تضم فجوات كبيرة go.nature.com/w4bkob

القصة الكبرى

إيطاليا تنشر أول تقييم متعمّق للجامعات ومراكز الأبحاث go.nature.com/zb2gml

SILVIA MORARA/CORBIS

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الواحدة، منتجةً بذلك كمية مماثلة من البيانات.
وستولد مسرعات «دايدالوس» المدارية أيضًا شعاع مضادات نيوترينو أنقى من نظيره في تجربة نيوترينو الخط الأساسي الطويل، لأن مستويات الطاقة التي يُشغّل عندها «دايدالوس» تتيح للنحاس الموجود في الهدف فصلًا نظيفًا للبايونات موجبة الشحنة، وهذه تنتج بدورها مضادات نيوترينو مرغوبة.

ويمكن نصب أزواج المُسرّعات المدارية على ثلاث مسافات أو خطوط أساسية مختلفة حول المكشاف ذاته، الذي يقيس لكل شعاع عدد مضادات النيوترينو التي تتحول إلى نوع آخر أثناء رحلتها. وبتشغيل متزامن لثلاثة خطوط أساسية، يمكن لـ«دايدالوس» رسم أنساق وأشكال الموجات الخاصة بذبذبات مضادات النيوترينو. وفي حالة عدم تماثل المادة والمادة المضادة، ستتخذ أشكال تلك الذبذبات نسقًا معينًا، ولن تكون هناك حاجة إلى إجراء تجربة منفصلة بشعاع نيوترينو.

ستحتاج التجربتان إلى مكشافات سائلة كبيرة، لكن كونراد تلفت إلى أن اليابان بدأت بالفعل في تخطيط مكشاف مائي للنيوترينوات الفيزيائية الفلكية، يمكن أن يفيد «دايدالوس». إنّ مُسرّعات «دايدالوس» رخيصة وصغيرة بما يكفي لإعادة إنتاجها وبنائها حول مكشافات موجودة مسبقا، وليس العكس. تقول كونراد: «روعة دايدالوس أنه ينسيك تلك المسرّعات العالقة في المختبرات».

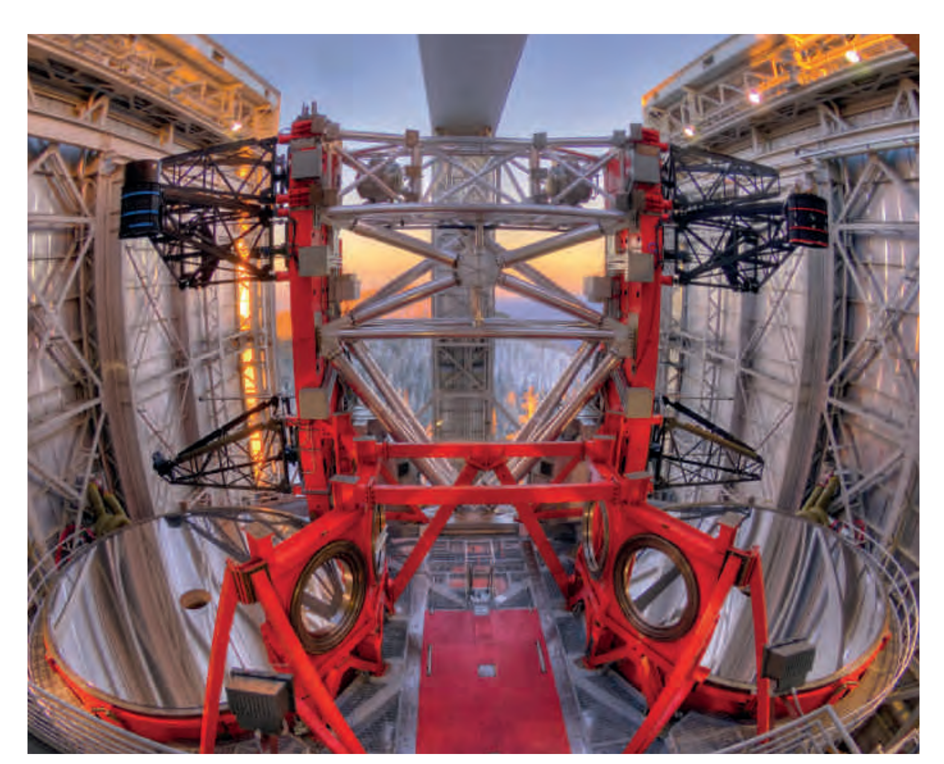
لاقت الفكرة إعجاب فيزيائيين آخرين. يقول جوناثان روزنر، فيزيائي الجسيمات بجامعة شيكاغو في إلينوي، المشرف على دراسات سنوماس بصفته رئيس قسم الجسيمات والمجالات بجمعية الفيزياء الأمريكية: «إنه مقترح بعيد النظر بالنسبة إلى كيفية تناول ذبذبات النيوترينو».

ميليند ديوان من مختبر بروكهيفن القومي في أوبتُن، نيويورك، وأحد المتحدثين باسم تجربة نيوترينو الخط الأساسي الطويل، يقول إن الفكرة مثيرة للاهتمام تقنيًّا، لكنه يضيف قائلًا: «لم يتم إثباتها أو إقرارها بعد، وتحتاج الولايات المتحدة إلى الالتزام ببرنامج داخلي قوي يقوم حول تجربة نيوترينو الخط الأساسي الطويل التي اعتمدتها وزارة الطاقة لجلب التمويل الدولي».

وإذا احتل مشروع «دايدالوس» مكانًا بارزًا في تقرير سنوماس النهائي المتوقع في نوفمبر، فقد يجد مكانًا على جدول أعمال لجنة بحث أولويات مشروعات فيزياء الجُسيمات (P5)، وهي مجموعة من مستشاري وزارة الطاقة الأمريكية، التي ستجتمع قريبًا بعد استلام تقرير سنوماس؛ وتشرع في ترتيب المشروعات. ويُرجّح أن توصي اللجنة بانخراط أمريكي في آلات الطاقة العالية، كمصادم الهادرون الكبير (LHC)، وآلة الجيل القادم، التي تطمح اليابان لاستضافتها (المصادم الخطي الدولي). ويمكن للجنة أيضًا تجديد التأكيد ـ الوارد في تقريرها سنة 2008 ـ على أهمية آفاق الكثافة العالية، وأدى إلى مقترح تجربة نيوترينو الخط الأساسي الطويل.

وبعض الفيزيائيين الأمريكيين يقولون إن انكماش الموازنات الأمريكية يعني أن التنافس بين المشروعات قد ينتهي إلى تفضيل على أساس الاستحقاق العلمي والتكلفة، وليس لما يمثله بالنسبة إلى برنامج أي دولة أخرى. يقول روزنر: «ينبغي أن نشد أحزمتنا، لأن حال العمل الآن لم يعد كالمعتاد». ■

MARC-ANDRE BESEL/WIPHU RUJOPAKARN/LARGE BINOCULAR TELESCOPE CORP.



«تليسكوب المنظار الكبير» ـ أكبر تليسكوب في العالم ـ يتم تشغيله، كما لو كان بمرآة واحدة.

علم الفلك

متاعب التسنين في تليسكوب ضخم

تليسكوب المنظار الكبير يستهل مسيرته ببداية كسولة.

ألكزندرا فيتزه

في إبريل الماضي، حدث إخفاق في المرصد الفلكي الواقع على قمة جبل جراهام، على ارتفاع 3200 متر في أريزونا. فقد علق مفتوحًا صمام على أنبوب تبريد مرآة ثانوية في تليسكوب المنظار الكبير (LBT)، وهو شيء ضخم جدًّا مزدوج الإسطوانة، له مرآتان أساسيتان كل منهما بعرض 8.4 أمتار. وبمرور الوقت، كان يمكن لأي شخص أن يجد أن إحدى مرايا التليسكوب الثانوية الصغرى مغطاة بالصقيع المتجمد. ولَدَى ذوبان الجليد؛ تتحطم هذه المرآة الرقيقة، التي تركز الرؤية المزدوجة في تليسكوب المنظار الكبير داخل بؤرة بالغة الإتقان.

كان الحادث ـ في حد ذاته ـ خللاً ثانويًّا.. فالفنيون يقومون بالفعل بتركيب قطع غيار بديلة لتلك المعطوبة، ويتوقعون أن تعمل المرآة مرة أخرى في بضعة أشهر.

ويواجه التليسكوب ـ الذي بلغت كلفته 200 مليون دولار ـ مشكلات أخرى أكبر بكثير. ومع أنه أبصر «أول ضوء» من خلال مرآته اليسرى عام 2005، وفتح «عينه» الأخرى عام 2008، إلا أن تليسكوب المنظار الكبير يتخلف عن تليسكوبات أخرى تضاهيه حجمًا في الإنتاج العلمي. فخلال ثماني سنوات، منح التليسكوب الفلكيين 60% فقط من وقته المخصص للأرصاد، وكرس الوقت الباقي لوضع أجهزته قيد العمل. تستغرق التليسكوبات الكبيرة غالبًا عدة سنوات لتكثيف إنتاجها العلمي، لكن عدد الأبحاث المُحَكَّمَة المنشورة التي جاءت من تليسكوب المنظار الكبير قد ارتفع بالكاد. (انظر الرسم البياني «مشكلة مزدوجة»).

NATURE.COM
للمزيد حول التليسكوبات العملاقة، انظر:
go.nature.com/iizkao

وعلى أمل زيادة الإنتاج العلمي، عيَّن المجلس المشرف على التليسكوب ـ وهو مزيج من هيئات بحثية أمريكية وإيطالية وألمانية ـ كريستيان فيليت مديرًا للتليسكوب في فبراير الماضي. كان عمله الرئيس هو تعزيز معدل الاكتشافات العلمية، كما فعل في منصبه السابق كمدير لتليسكوب كندا–فرنسا–هاواي بقياس 3.6 أمتار على قمة مونا كيا في هاواي، وأن يفعل ذلك بسرعة.

يقول تشارلز وودورد، الفيزيائي الفلكي بجامعة منيسوتا في مِنيابوليس، ونائب رئيس مجلس تليسكوب المنظار الكبير: «يمكنك فقط انتظار جودو (المنقذ) طويلًا جدًّا».

ومبدئيًّا، لا تختلف متاعب تليسكوب المنظار الكبير عن تلك التي تواجه أي آلة أبحاث ضخمة متعددة الجنسيات. فقد استغرق البناء زمنًا أطول مما خُطِّط له، وتأخر ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وصول التجهيزات، ووقعت حوادث. لكن تليسكوب المنظار الكبير هو التليسكوب الوحيد في العالم الذي يملك مرآتين عملاقتين منفصلتين على جبل واحد، الأمر الذي يُعقِّد كل شيء من التصميم والبناء إلى الأرصاد.

يقول شياوهوي فان، الفلكي بجامعة أريزونا في توسان، الذي يرأس اللجنة العلمية الفنية لتليسكوب المنظار الكبير: «نحن دومًا نتكلم عمّا إذا كنا نستطيع إدارته بشكل أفضل، أو ما إذا كان بالإمكان تمويله بشكل أفضل». ويضيف: «لكن بيت القصيد في نظام معقد كهذا هو صعوبة ذلك فقط».

إن تصويب أداء تليسكوب المنظار الكبير ضرورة حاسمة، لأنه يمثل نقطة الانطلاق التكنولوجية للجيل القادم من التليسكوبات العملاقة، التي ستستخدم مرايا متعددة تعمل بتناغم. وستعتمد التليسكوبات المخطط لها بقياس 30 مترًا في هاواي وتشيلي على أنظمة تكنولوجية تم اختبارها في تليسكوب المنظار الكبير. يقول أدريانو فونتانا، من مرصد روما الفلكي (INAF)، ورئيس الفريق الإيطالي في تليسكوب المنظار الكبير: «أنا لا أنظر إلى تليسكوب المنظار الكبير باعتباره آخر تليسكوب بقياس 8 أمتار، بل باعتباره مرحلة متوسطة نحو تليسكوبات بقياس 30 مترًا».

يقول أنصار تليسكوب المنظار الكبير إن المشكلات يجري حلها، وعند ذلك سيزيد إنتاج التليسكوب العلمي. يقول بيتر ستريتماتر من جامعة أريزونا، وأحد قادة مشروع تليسكوب المنظار الكبير منذ بدايته: «سوف ترى كل شيء يُقلِع فعلاً».

وكان ستريتماتر قد ظن عدة مرات أن مشروع تليسكوب المنظار الكبير لن يتحقق. لقد ولدت الفكرة خلال ثمانينات القرن العشرين ضمن مشروع كولومبوس الإيطالي الأمريكي، واصطدمت بعقبة رئيسة لدى اختيار جبل جراهام كموقع مستقبلي للتليسكوب. والاشتباكات مع أنصار الحفاظ على البيئة ـ لا سيما حول الحفاظ على سلالة السنجاب الأحمر، التي تستوطن الجبل ـ أخَّرَتْ البناء حتى عام 1997.

الأمر المعقد كذلك هو المؤسسة الدولية التي تموِّل وتدير تليسكوب المنظار الكبير. فهناك هيئات تعاونية في كلٍّ من أريزونا وإيطاليا وألمانيا، تسهم كل منها بحصة متساوية في ثلاثة أرباع ملكية التليسكوب. ويعود ثُمْنه لجامعة ولاية أوهايو في كولومبوس، والثُمن المتبقي مشترك بين ولاية أوهايو، وثلاث جامعات أمريكية أخرى. يقول وودرود: «غالبًا ما أشير إلى تليسكوب المنظار الكبير على أنه كونفيدرالية بين أطراف مهتمة أكثر من كونه مشاركةً».

في 2002، تم بناء تليسكوب المنظار الكبير، ثم جاء التحدي المتمثل في وضعه قيد العمل. وكان حجمه الهائل مشكلة في حد ذاتها: فوجود مرآتين، زنة الواحدة 16 طنًا، على جبل واحد يسبِّب التواء البنية. وهناك مشكلة أخرى في توجيه المرآتين في الاتجاه نفسه بالضبط.

ومع ذلك.. فقد أنفِق معظم الوقت ـ منذ الإنشاء ـ على تركيب وتشغيل ثلاثة أزواج من الأجهزة. من هذه الأجهزة الستة المتوقعة، وصلت بالفعل إلى التليسكوب أربعة فقط حتى الآن: كاميراتان بُنِيَتا في إيطاليا، إضافة إلى مطياف ألماني، ومطياف أمريكي. يقول ريتشارد بوجه، الفلكي بجامعة ولاية أوهايو، والباحث الرئيس بالمطياف الأمريكي: «كان هناك منحنى تعليمي ضخم خلال التعامل مع أجهزة المشروع». ويضيف: «لدينا جميعًا آثار جراح غائرة من جراء هذا».

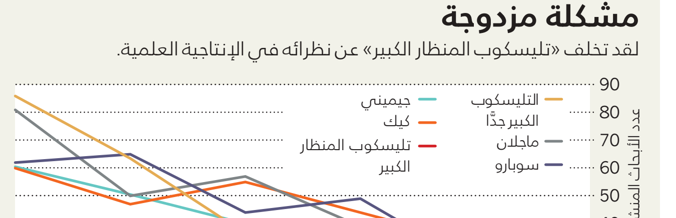
إنّ الفلكيين مثابرون حتى الآن، نظرًا إلى الآفاق العلمية التي يَعِدُ بها التليسكوب. فاقتران مرآتيه معًا يجمع قدرًا كبيرًا من الضوء، يعادل ما يجمعه تليسكوب مفرد بمرآة عرضها 11.8م، مما يجعل تليسكوب المنظار الكبير أكبر تليسكوبات العالم.

من الأصول القيِّمة للمشروع حدة الصورة البالغة، وتعود إلى نظام البصريات التكيفية بتليسكوب المنظار الكبير، الذي يستخدم مرايا ثانوية قابلة للتشوه؛ لتصحيح تشوهات غلاف الأرض الجوي. إنها إحدى هذه المرايا ـ على جانب التليسكوب الأيمن ـ التي تعطلت بعد حادث أنبوب التبريد الذي وقع في إبريل الماضي. وعندما يعمل جيدًا، فإن نظام البصريات التكيُّفية هذا «لا يضاهيه نظام في العالم»، حسب قول ريتشارد جرين، الفلكي بجامعة أريزونا، الذي تنحى عن إدارة تليسكوب المنظار الكبير في فبراير، لأنه أراد استمرار التركيز ـ جزئيًّا ـ على الأجهزة، قبل الدفع نحو إنتاج علمي أكثر. وتتيح عينا تليسكوب المنظار الكبير الحادَّتان رصد الأجرام السماوية التي تقترب من غيرها، ككواكب دوّارة حول نجوم أو أجرام قرب الثقوب السوداء.

وتزداد قدرة استبانة تليسكوب المنظار الكبير أكثر لدى تشغيله كمجموعة عملاقة من المناظير. هذه الطريقة، التي تتطلب مقياس تداخل جامعًا للضوء، تنتج استبانة (كثافة نقطية) تكافئ نظيرتها لدى تليسكوب عرضه 22.8م.

وفي ربيع هذا العام، بدأ مقياس التداخل للتليسكوب مسحًا للأشعة تحت الحمراء، لاصطياد كواكب خارجية عملاقة، بالإضافة إلى غبار بروجي خارجي متروك في أقراص تشكيل الكواكب حول نجوم أخرى. كما تخطط وكالة «ناسا» لاستخدام طريقة منظار هذا التليسكوب؛ لتجري مسحًا مماثلاً لاكتشاف أماكن، قد تولد بها كواكب، ولمساعدة الفلكيين في إزالة الإشارة الواردة من غبار بروجي خارجي، التي قد تحجب أي مؤشرات كوكبية.

إنّ هذه الجهود قيد الانتظار حاليًا. فقد أُغلق تليسكوب المنظار الكبير في 8 يوليو لثلاثة أشهر، مثلما يحدث كل صيف، بسبب الرياح الموسمية في أريزونا. وبينما يقوم الفنيون بإصلاح المرآة التكيُّفية الثانوية، هناك اختبارات حاسمة لمقياس التداخل مضطرّة للانتظار. يقول فيليت: «إنها مشكلة من عدة نواح.. لكن خلال سنتين أو ثلاث سنوات، لن يتذكر أحد أنه كان متأخرًا». ■



مشكلة مزدوجة

لقد تخلف «تليسكوب المنظار الكبير» عن نظرائه في الإنتاجية العلمية.

عدد الأبحاث المُحكمَّة المنشورة، محتسبةً لكل مرآة بالنسبة إلى المراصد متعددة المرايا. وقد نشرت المراصد أبحاثها الأولى في سنوات مختلفة.

الحفاظ البيئي

خطة عُشْب الحَبْل في الصين مبالغة شديدة

يقول الخبراء إن سور شانجهاي البحري يعطل الحياة الطبيعية بالأراضي الرطبة.

جين تشو من شنغهاي

على جزيرة في شانجهاي تقع بفم نهر يانجتسي بالصين، يُخطط لبناء سور عظيم في العصر الحديث لدحر الغزاة، لكن العدو هذه المرة هو عشب مُغير. وبدلًا من إبقاء الغزاة خارجه، سيعمل هذا السور ـ البالغة تكلفته 163 مليون دولار أمريكي ـ على تطويق الغزاة وإغراقهم.

النبات هنا من نوع سبارتينا *Spartina alterniflora* متعدد الأوراق، أو عشب الحبل الناعم، وهو عشب شرس، يغزو وينمو في الأراضي السبخة المالحة، وموطنه الأصلي شرقي أمريكا الشمالية. وقد استُقدم إلى الصين في عام 1979؛ لقدرة جذوره على احتجاز الرواسب، مما يجعله مثاليًّا لمنع تآكل التربة واستصلاح الأراضي. ومنذئذ، انتشر العشب سريعًا عبر أقاليم الصين الساحلية، مغطيًا حوالي 400 ألف هكتار (انظر: «غزو ساحلي»). غزا عشب الحبل بلادًا عديدة، لكن «أكبر غزو لعشب الحبل في العالم هو في الصين»، حسب قول دونالد سترونج، عالِم الإيكولوجيا بجامعة كاليفورنيا، ديفيز. ويتابع بقوله: «كان استقدامه محاولة للهندسة البيئية، لكنها خرجت عن السيطرة».

أصبح تهديد عشب الحبل حادًّا بشكل خاص بجزيرة تشونجمنج، التي يؤوي طرفها الشرقي محمية شانجهاي تشونجمنج دونجتان الطبيعية الوطنية بمساحة 24 ألف هكتار، وأعلنت منطقة دولية مهمة إيكولوجيًّا باتفاقية رَمسار، وهي معاهدة دولية للحفاظ على الأراضي الرطبة. تشكل المحمية محطة لملايين الطيور

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

LI BO



قُدِّمَ عُشْب الحَبْل أساسًا إلى الصين؛ للمساعدة في استصلاح الأراضي من البحر، ولكنه أصبح مجتاحًا.

المهاجرة شتاءً، وهي موقع مهم لتفريخ وتغذية أكثر من 60 نوعًا من السمك، من ضمنها سمك الحفش الصيني المهدد بالانقراض.

كان انتشار عشب الحبل هناك «مثل السرطان»، بحسب مدير المحمية تانج تشينجدونج، ملتهمًا حتى الآن 10% من الأراضي الرطبة. يستعمر العشب مساحة بتشكيل حزم كثيفة بجذور عميقة الاختراق، خانقًا النباتات المحلية، وخافيًا اللافقاريات، ملتهمًا سهول الطين ومجففًا الأراضي الرطبة. في دونجتان، تقول ما چيجون، عالمة الطيور بجامعة فودان في شانجهاي: «كانت لهذا عواقب مدمرة لأنواع كثيرة من الطيور». ففي ماضي المحمية، كان هناك الكثير من طيور منقار ببغاء القصب *Paradox ornis heudei* الذي يعشش في نبات القصب البلدي، ويُعدّ من أشهر أنواع الطيور المعروفة في تشونجمنج، لكن تراجعت أعداده بنسبة 40% خلال العقد الماضي، حيث استولى عشب الحبل على أكثر من نصف موطنه الطبيعي. كذلك يهدد انحسار السهول الطينية مئات آلاف الطيور الساحلية المهاجرة التي تعتمد على المحمية للتوقف فيها خلال رحلتها.

وأفضل طريقة للتخلص من عشب الحبل المنتشر بمساحة واسعة هي رش المنطقة الموبوءة بمبيدات عشبية من طائرة عمودية، مثلما تم بنجاح في غرب الولايات المتحدة وأستراليا ونيوزيلندا، لكن لم تحصل إدارة المحمية على موافقة بتحليق طائرات عمودية فوق تشونجمنج، حسب قول تانج، وتتخوف سلطات شانجهاي من أن تدمر المبيدات العشبية النباتات البلدية والحياة البرية ومصائد السمك المحلية. من هنا، جاء الباحثون الصينيون بنهج آخر.. فبعد سنين من دراسة عشب الحبل في تجارب ميدانية، وجد لي بو عالِم البيئة وزملاؤه بجامعة فودان أنه إذا جُزّت هذه النباتات وغُمرت بالماء 6 أشهر؛ فستموت كلها تقريبًا.

وهنا جاء دور السور. ففي أكتوبر، سيبدأ بناء سور بحري بارتفاع 8 أمتار، وبامتداد 27 كيلومترًا في قلب المحمية. وسيُوقِف هذا السور مد المياه من الوصول إلى منطقة مصابة بعشب الحبل، مساحتها 2400 هكتار، ستُقَسَّم إلى شبكات منفصلة بسدود طينية، وستتم معالجة كل شبكة بشكل منفصل. ومنذ بداية يوليو، قام الباحثون بجزّ عشب الحبل؛ لفحص كيفية تأثير حجم الشبكة وتضاريسها وأنماط مد وجزر المياه على كفاءة اجتثاث العشب.

ليست الأسوارُ جديدةً على جزيرة تشونجمنج، التي تبعد بضع عشرات الكيلومترات من مدينة شانجهاي المزدحمة، فكل بوصة من الأرض ثمينة، واستُخدمت الأسوار البحرية في العقود الماضية لاستصلاح أراضي البحر للزراعة، واستخدامات بشرية أخرى.



SOURCE: LI BO

يقول خبراء الحفاظ البيئي أن خطة اجتثاث عشب الحبل ـ في ضوء تكلفته البالغة 163 مليون دولار، التي اضطلع بها مكتب غابات شانجهاي، وأُقِرّت في 2008 ـ تثير الاهتمام، لكن البعض يعتبرها مبالغة شديدة. ومن الناحية المالية يقول ديفيد ملفيل، خبير الحفاظ البيئي من نيلسون، نيوزيلندا، واستشاري المحمية حول المشروع: «إنه مشروع ضخم واسع النطاق» للتخلص من بعض الأعشاب. وعشب الحبل «بالتأكيد مشكلة كبيرة»، لكن «الأمر المهم هو ما إذا كان ضروريًّا حقًّا بناء مثل هذا السور البحري الهائل والدائم لحل المشكلة».

يلاحظ ملفيل وخبراء آخرون أن سورًا بارتفاع ثمانية أمتار ـ تتجاوز تكلفته 80% من إجمالي ميزانية المشروع ـ غير ضروري عندما يمكن قتل عشب الحبل بنصف متر من الماء فقط. وبشكل حاسم، يتخوف الخبراء من أن يعطِّل بناء حاجز دائم الجهودَ المبذولة لإعادة مواطن المد والجزر للطيور.. فمثلًا، بدون جزر ومد المياه، لن يكون باستطاعة نبات التيفا (عشبة ديس البِرَك) البحري *Scirpus mariqueter* النمو مجددًا، وهو عشب بلدي مثمر، يعيش بمناطق بين المد والجزر، وتعد ثماره وسيقانه مصدرًا غذائيًّا أساسيًّا لطيور كثيرة، حسب قول وانج تيانهو، إيكولوجي الأراضي الرطبة بجامعة الصين العادية الشرقية في شانجهاي.

يقول لي إن المشكلة الأساسية للخطة الحالية أنها لن تجتث عشبة الحبل من المحمية. بعد إقرار المشروع في 2008، تم تأجيل البدء به حتى انتهاء المعرض الدولي 2010 في شانجهاي، فلم يرد المسؤولون الإساءة لصورة المدينة بموقع بناء داخل محمية طبيعية. في تلك الاثناء، ازداد انتشار عشب الحبل الناعم بضع مئات الأمتار متجاوزًا الحدود المقترحة للسور البحري.

يقول لي: «سيواصل عشب الحبل الناعم التهام مسطحات المد والجزر والانتشار بمناطق المحمية الأخرى». لكن مشروعًا آخر لسور مختلف وتطويق أكبر سيكلف أكثر وسيتطلب جولة أخرى من الموافقات التي قد تأخذ سنوات—لذلك يشعر لي أنه يُستحسن المباشرة بالمشروع.

يجادل باحثون بأن سدودًا طينية مؤقتة يمكن أن تكون حلًا: فستُكَلِّف أقل كثيرًا من سور بحري، وتكون الموافقة عليها أسهل، ويمكنها اجتثاث عشب الحبل بكامل المحمية، مع الاحتفاظ بأنماط المد والجزر، لكن ما چنجون تقول إن «عوامل أخرى، غير الحفاظ البيئي، ستؤخذ غالبًا في عملية اتخاذ القرار» التي أدت إلى خطة بناء السور البحري الدائم. ومع تحويل أراض زراعية أكثر إلى فنادق، وحدائق للملاهي، وملاعب جولف في تشونجمنج، تجد المسؤولين المحليين تحت ضغط كبير؛ لتعويض هذه الأراضي الزراعية، مثلما تشترط الحكومة المركزية. لذلك.. يُرى أن استصلاح أراضي البحر هو الخيار الأسهل والأرخص.

ينظر باحثون ـ مثل لي ـ ببراجماتية لإمكانية تحويل هذا الجزء من المحمية إلى أراضٍ زراعية يومًا ما. يقول لي إنه «ليس واقعيًّا الحفاظ على مواطن الأنواع الطبيعية بدون تسويات. ويحتاج المسؤولون أن يروا أن هناك منفعة لهم أيضًا في هذا المشروع». في هذه الأثناء، سيخفف المشروع انتشار عشب الحبل، كما سيوفر مواطن أكثر للطيور. يقول لي: «هذا أفضل خيار، إذا كان البديل هو عدم عمل أيّ شيء». ■

مناخ

مشروعات رائدة تدفن ثاني أكسيد الكربون في البازلت

تجربتان تختبران قابلية تطبيق تنحية الانبعاثات في طبقات مساميّة من الصخر الصلب.

جيف توليفسون

في أوائل أغسطس، ضخّ العلماء ألف طن من ثاني أكسيد الكربون النقي في صخر مسامي عميق تحت شمال غرب الولايات المتحدة الأمريكية. والهدف من ذلك هو العثور على مثوى دائم لثاني أكسيد الكربون الذي تنتجه الأنشطة البشرية.

وفي 17 يوليو الماضي، بالقرب من بلدة وولولا، بدأ باحثون من مختبر شمال غرب الباسيفيكي الوطني التابع لوزارة الطاقة الأمريكية في ريتشلاند (PNNL)، في ولاية واشنطن، عمليات الحقن في تكوين (بازلت نهر كولومبيا). يحتوي الصخر على مسام تكونت منذ حوالي 16 مليون سنة، عندما تدفقت الصهارة عبر (حوض نهر كولومبيا) حاليًا. وقد انتقلت آنذاك فقاقيع من CO_2 إلى حواف الصهارة وهي تبرد، مكونةً طبقات من المسام، محصورة بين الصخر المصمت (انظر: «صخر راسخ»).

خلال عملية ضخ الانبعاثات تحت الأرض «نحن نعيد ثاني أكسيد الكربون إلى المكان الذي منه أتى»، كما يقول بيت ماكجريل، مهندس البيئة في (PNNL)، الذي يترأس التجربة، التي هي جزء من برنامج أكبر لوزارة الطاقة حول سبل تنحية الكربون.

ومشروع وولولا هو ثاني اثنين في العالم يستهدفان تكوينات البازلت، التي يأمل العلماء أن تمسك ـ وتتمعدن بشكل دائم ـ الكميات الهائلة من الغاز. ففي البازلت، يمكن لثاني أكسيد الكربون الذائب التفاعل مع الكالسيوم والمغنسيوم؛ لتكوين الحجر الجيري على مدار عقود. وريثما يُحتبس الغاز بعيدًا، يمكن للصخر المصمت الذي يعلو طبقات البازلت المسامية أن يمنع التسرب. ذاك ينبغي أن يقضي على المخاوف بشأن التسرب الذي كبَّل الاقتراحات الأخرى لتخزين CO_2 في أعماق الأرض، غالبًا في مستودعات حجر رملي.

> **«نحن نعيد ثاني أكسيد الكربون إلى المكان الذي منه أتى»**

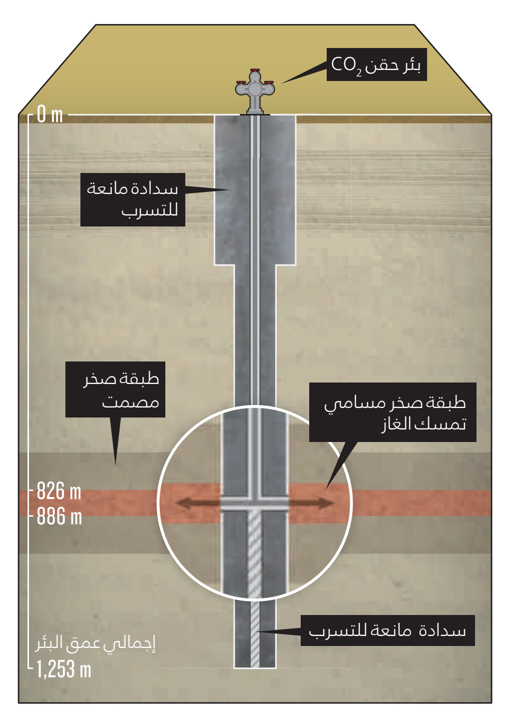
وتفاعلات البازلت هي جزء من عملية التجوية الطبيعية التي ساعدت على تنظيم مستويات CO_2 في الغلاف الجوي طوال الأحقاب الجيولوجية. لقد قام العلماء بتحليل التمعدن في المختبر، وهو يُختبَر الآن ميدانيًّا.

يعمل الباحثون على مشروع بازلت آخر، مقره في آيسلندا، ويديره جَمْعٌ من العلماء الأمريكان والأوربيين بالتعاون مع «ريكافيك» للطاقة، وقد قاموا بأولى عملياتهم لحقن CO_2 السنة الماضية، وسوف يقومون بجولة أخرى هذا العام. والنتائج الأولية تبدو واعدة، كما يقول جريج ماتر، الجيوكيميائي بمرصد الأرض لامونت دوهريتي الوطني، التابع لجامعة كولومبيا في باليسيدس، بنيويورك، الذي يعمل بمشروع آيسلندا. يقول ماتر، الذي أسهم أيضًا في مشروع وولولا: «تفاعلات التمعدن ستكون أسرع على الأرجح عما كنا نظن في الجامعة». وبافتراض أن ذلك ينطبق على البازلت عمومًا، «فأنت تحد من خطر التسرب، ويمكنك ـ لحسن حظك ـ أن تبتعد أكثر عن مستودعاتك للتخزين».

في وولولا، يراقب الباحثون حاليًا مجموعة من الآبار الضحلة حول موقع الحقن، بحثًا عن علامات لتسرب CO_2 إلى التربة أو المياه الجوفية. وحالما ينتهي الباحثون من الحقن، سوف يبدأون في أخذ عينات من بئر الحقن؛ لمراقبة كيمياء الماء، وتتبع التغيرات في نظائر الكربون، والتحقق من قرائن لأية تفاعلات. وفي العموم، اختبارات المختبر، ومحاكاة الحاسب، تشيران إلى أن نسبة 20% تقريبًا من ثاني أكسيد الكربون ينبغي أن تتمعدن خلال 10 إلى 15 سنة، حسبما يقول ماكجريل.

صخر راسخ

مشروع تنحية ثاني أكسيد الكربون في ولاية واشنطن يختبر ما إذا كانت التفاعلات الكيميائية في البازلت المسامي سوف تساعد في حبس الغاز المحقون في الصخر، أم لا.



SOURCE: PNNL

بيد أن المشروع الرائد يعمل وفق جدول زمني أقصر، وهو أربعة عشر شهرًا بعد نهاية الحقن، حيث يخطط الفريق لحفر بئر أخرى، وسحب لب الصخر (فتاته) لتقييم النتائج، كما يقول ماكجريل. «عند تلك النقطة، نحن نأمل أن يكون في أيدينا صخر مُكَرْبَن».

إنّ إنجاز التنحية هو نصف المعركة، إذ يتعين على العلماء والمهندسين استنباط كيفية التقاط CO_2 من المنشآت الصناعية، ونقله إلى موقع التنحية بطريقة فعالة من حيث التكلفة. وحتى لو نهضت صناعة مَعْدَنة الكربون، فإن إقامتها على صعيد عالمي ستتطلب مشروعًا بحجم إعادة بناء صناعة النفط.

وتختلف الآراء العلمية حول ما إذا كان التوقف عن حرق المزيد من الوقود الأحفوري مرغوبًا أكثر من إقامة مشروعات ضخمة لتنحية الكربون، بيد أن كثيرين يعتقدون أنه إنْ مالت الكفة لصالح التنحية، فإن البازلت سيكون مهمًّا. ورغم أن الداعمين لتنحية (الكربون) بالبازلت على نطاق واسع، لم يستكشفوه حتى الآن سوى في شمال غرب الولايات المتحدة الأمريكية وجنوب شرقها، والهند كذلك، فالعديد يطَّلِعون بعيدًا عن الشاطئ، إذ يمكن للقاع البحر أن يستوعب انبعاثات CO_2 لقرون قادمة.

إن أبحاث تنحية الكربون تميل الآن إلى التركيز على مستودعات الحجر الرملي، بدلًا من البازلت. وهناك سببان أساسيان، كما يقول دافيد جولدبرج، المتخصص في جيولوجيا البحار في لامونت دوهيرتي: صناعة (استخراج) النفط اعتادت على التعامل مع الحجر الرملي، ومثل تلك التكوينات شائعة نسبيًّا؛ ما يُسَهِّل نقل CO_2 من محطات الطاقة أو المصادر الأخرى إلى موقع التنحية. وقد يعني هذا أن الحجر الرملي أكثر قابلية للتطبيق من الناحية الاقتصادية عن بازلت المحيط، على الأقل في المدى القريب. ويقول جولدبرج أيضًا إن أفضل مكان لدفن الأحجام الهائلة العالمية من ثاني أكسيد الكربون هو قاع البحر، كي تعلوها الرواسب ومياه البحر.

إن تكوينًا واحدًا بعيدًا عن الساحل الغربي الأمريكي ـ ذا سعة تخزين تقدَّر بحوالي 685 كيلومترًا مكعبًا ـ لديه إمكانية استيعاب انبعاثات CO_2، تنتجها البلاد لمدة قرن، حسبما ينوه جولدبرج «إذ استطعنا تفعيله»، ويقول: «إن المحيطات لديها ميزات كثيرة».

إنّ أيًّا من هذه لن يكون رخيصًا، كما يقول كيفين جونسون، الجيوكيميائي في جامعة هاواي في هونولولو العاصمة، الذي عمل في المختبر على التجارب مع فريق ماكجريل. «إنها مسألة ذات أهمية اجتماعية، إذا كانت حالة المناخ تزداد إلحاحًا بما يكفي لتبرير التكلفة». ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



المختبر الافتراضي

في مواجهة الشعبية الطاغية للتعلم عبر الإنترنت، يسعى الباحثون لطرق جديدة لتعليم مهارات العلوم العملية.

م. ميتشيل ولدروب

تجتاح العالم الأكاديمي ثورة جديدة حول المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت (MOOC) التي تتيح المحاضرات الجامعية لعشرات الآلاف من الطلاب في الوقت نفسه. فعلى مدى عام تقريبًا، سارعت الجامعات حول العالم لعقد مشاركات مع كبرى شركات المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت ، في تحركٍ يعتقد كثيرون أنه سيُحْدِث ثورة في التعليم العالي (انظر: *Nature* **495**, 160–163; 2013).

بالنسبة إلى كثيرين من العاملين في مجال التعليم، لم تمضِ المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت بالثورة بعيدًا بما يكفي.. فالمحاضرات الإلكترونية المصورة بالفيديو على الإنترنت جيدة من حيث نقل الحقائق والمعادلات والمفاهيم، لكنها ـ في حد ذاتها ـ لا تساعد أحدًا على تعلُّم كيفية وضع هذه الأفكار قيد الممارسة. ولا تمنح الطلاب الخبرة في تخطيط تجربة وتحليل بيانات، أو المشاركة ضمن فريق، أو تشغيل أنبوبة ماصة أو مجهر، أو المثابرة إزاء الانتكاسات، أو ممارسة أي مهارات عملية واجتماعية أخرى أساسية للنجاح في العلوم[1]. يقول كريس ديديه، الذي يَدرُس أساليب المحاكاة في التعليم بجامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوسيتس: « يمكنك أنْ تفهم أي شيء، إذا تعلمت كيف تفعله». ويضيف قائلًا: «وهذا لا يمكن تجريده في محاضرة».

وبحكم تعريفها تقريبًا، ينبغي تحصيل المهارات العملية من خلال التجربة. فهي تتطلب نشاطات ممارسة عملية مباشرة وحل المشكلات، وهذه تقليديًّا مجالها مقررات المختبرات، والرحلات الميدانية، وتأهيل الخريجين، وفي نهاية المطاف.. العمل بمشروعات بحثية في مختبر لأكاديمي مخضرم.

إنّ تقديم مثل هذه الخبرات عبر الإنترنت أمر صعب، لكنْ هناك باحثون في تكنولوجيا التعليم حققوا تقدمًا جوهريًّا في العقد الماضي. يقول جيمس جي ـ وهو باحث في تكنولوجيا التعليم بجامعة أريزونا، في تمبيه ـ إنه بفضل الهواتف الذكية وبرمجيات الألعاب الآسرة، والتقنيات الأخرى سريعة التطور، «استطعنا الحصول على تعلُّم يركز على المشكلات بصورة أفضل كثيرًا الآن». وباستطاعتنا إتاحته للطلاب حول الكوكب. ويضيف جي: «إنها طريقة لمنح الجميع نوعًا من التعليم، كنا نعتبره شيئًا من الترف».

تدريب عملي عن بُعْد

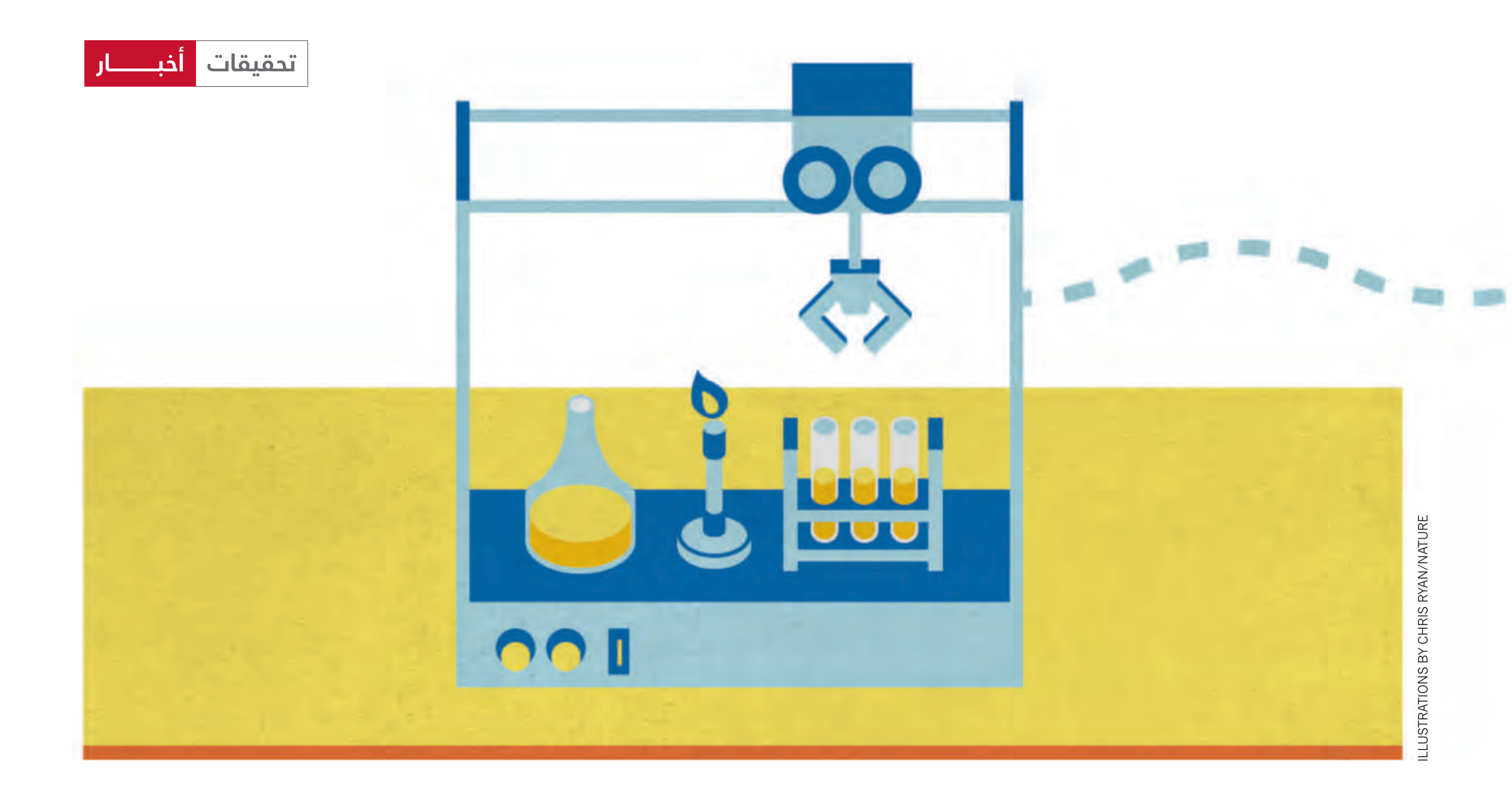
الوسيلة القياسية لتعليم المهارات العملية في العلوم هي مقرر المختبر. يقول مايك شاربلز، الباحث في تكنولوجيا التعليم بالجامعة المفتوحة في ميلتون كينز بالمملكة المتحدة: «المختبرات هي المكان الذي نوفر فيه للطلاب فرصة للتعامل مع معدات المختبر الحقيقية، وتحليل بيانات حقيقية، وتجربة روعة الملاحظة».

وجدير بالذكر أن حشد الطلاب في مختبر تقليدي لم يكن أبدًا خيارًا متاحًا للجامعة المفتوحة، التي تأسست في 1969؛ لإتاحة تحصيل الدرجات العلمية عن بعد، ويدرس فيها الآن أكثر من 240 ألف طالب حول العالم. وحتى نهاية التسعينات من القرن الماضي، كانت مقررات العلوم تُرسل إلى الطلاب بالبريد، وكانت المقررات بمثابة معدات معملية قد تضم المجهر، ولوحات دارات (إلكترونية)، وأدوات الكيمياء، وأحواض السمك، أو حتى تجهيزات ليزر. وكان الطلاب يجرون التجارب في المنزل، ثم يعيدون المعدات إلى الجامعة بالبريد. يقول شاربلز: «كان ذلك إجراءً باهظًا، وثقيلاً، وبطيئًا».

أما اليوم، فكل أنشطة المختبرات متاحة عبر الإنترنت من خلال خدمة مختبر العلوم المفتوح OpenScience Laboratory التي تقدمها الجامعة. وكالعلماء الممارسين، يستطيع الطلاب جمع بيانات حقيقية من الآلات والأدوات التي يجري التحكم فيها عن بعد ـ ومن بينها مطياف



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


ILLUSTRATIONS BY CHRIS RYAN/NATURE

أشعة جاما؛ لتحديد العناصر والنظائر، وتليسكوب بمقياس 0.43 متر في مايوركا بإسبانيا. كما يستطيع الطلاب استكشاف بيانات حقيقية باستخدام أدوات محاكاة، كالمجهر الافتراضي، حيث يُمَكِّنهم من مشاهدة صور عالية الاستبانة (الكثافة النقطية) بدلًا من عينات حقيقية. يقول شاربلز: «يستطيع الطلاب التقريب وضبط التركيز والتحكم في موضع العينة التي يفحصونها»، مثلما يفعلون مع الأدوات الحقيقية تمامًا.

يمضي باولو بليكستاين ـ مدير مختبر تقنيات تطوير التعليم بجامعة ستانفورد في كاليفورنيا ـ إلى أبعد من ذلك مع جيل جديد من مقررات المختبرات الرقمية. وأحد هذه المقررات يستخدم آلات، يجري التحكم فيها عن بُعْد بمختبر أحياء مركزي، وهو مشروع يطوره بالتعاون مع إنجماريديل-كروز، الباحث في الهندسة الحيوية بجامعة ستانفورد. يقول بليكستاين: «الفكرة هي غرفة بها 10 آلاف طبق بتري، عرض أحدها بضع مليمترات، وروبوت يعمل كطابعة نافثة للحبر»، ثم «يقول الطالب للروبوت: «اذهب إلى طبقي، وأضف كذا من القطرات»، بحيث تكون هناك كاميرا تراقب ما يحدث».

وبعض الباحثين يرون أن مختبرًا افتراضيًا بالكامل لا يمكن أبداً أن يعوض الوقت الذي يقضيه الطالب أمام مائدة المختبر التقليدي. فإذا كان الطلاب سيسعون لدراسة الدكتوراة أو الماجستير، فقد يكونون في وضع غير مواتٍ في المختبر الافتراضي. تقول بفرلي بارك وولف، عالِمة حاسوب تعمل في التعليم الرقمي بجامعة ماساتشوسيتس، أمهيرست: «إنني محافظة في هذا الصدد». وتضيف: «ينبغي أن تلمس المعدات»، وتشعر بمعنى تعديل المقادير والعناصر، وتقيس مستوى الكاشف الكيميائي بنفسك.

المختبر في جيبك

يقول مايكل شاتز ـ الفيزيائي بمعهد تكنولوجيا جورجيا بأتلانتا ـ إن المختبرات التقليدية قد تكون مُنْبَتَّة الصلة بالواقع.. فـ«الطلاب يتصورون أن المختبر ليس إلا غرفة متخصصة مليئة بمعدات متخصصة»، «ثم يخرجون من المختبر إلى العالم الحقيقي، حيث لا ينطبق عليه شيء مما تعلموه».

لهذا السبب.. ألَّف شاتز مقررًا جامعيًا متاحًا عبر الإنترنت (MOOC) بعنوان «الفيزياء التمهيدية مع المختبر»، بدأ في مايو، وهو مكرس بالكامل لمبادئ علوم الحركة. وهو من أوّل مقررات الإنترنت المفتوحة المكثفة التي تدمج التعلم بالممارسة العملية المباشرة بشكل تام. ويعتمد هذا المقرر على حقيقة أن كل طالب في هذه الأيام يستخدم هاتفًا ذكيًّا مزودًا بكاميرا. يقول شاتز: «بدأنا المقرر بأن نطلب من كل طالب التقاط فيديو لأي شيء في بيئته يتحرك في اتجاه ثابت بسرعة ثابتة». (المختبرات اللاحقة تتضمن أنواعًا أكثر من الحركة المعقدة، كحركة كرة السلة القوسية نحو طوق السلة). ثم يحلل الطلاب فيديوهاتهم باستخدام برمجيات مفتوحة المصدر، تستخلص موضع الجسم بمرور الوقت، ثم يصوغون نظرية لتفسير بياناتهم، وبناء نماذج لوضعها موضع التنفيذ. وفي النهاية، يقومون بشرح نتائجهم ونموذجهم في تقرير مخبري مصور، مدته 5 دقائق، يتم تحميله على موقع «يوتيوب»؛ لكي يناقشه طلاب آخرون، وينقدونه عبر الإنترنت.

وحسب قول شاتز.. ليس واضحًا كيف سيستفيد آلاف الطلاب من هذا، حتى اكتمال المقرر في أغسطس، لكن إذا ثبتت فعالية هذا النهج في مساعدة الطلاب على إتقان المادة، يأمل شاتز وزملاؤه أن يكون نموذجًا لكل مقررات العلوم على الإنترنت.

تستكشف الجامعة المفتوحة أيضًا الاستخدامات التعليمية للأجهزة المحمولة. ففي 2008، أطلقت الجامعة خدمة iSpot، يستطيع بها الأفراد الذين يتجولون في المناطق المفتوحة رفع صور رقمية لنباتات وطيور وحشرات وفطريات وأحياء أخرى، بجانب أفضل تخمين لهم لماهية هذه الكائنات. هذا البرنامج المستخدَم في بعض مقررات الأحياء بالجامعة ـ ومتاح لغير الطلاب ـ يستقطب أكثر من 30 ألف مشارك في المملكة المتحدة وجنوب أفريقيا.

كل صورة يتم تحميلها على الإنترنت تشعل مناقشات حيوية حول هوية الكائن، ومدى أهمية وجوده؛ لسلامة المنظومة البيئية، ومنها تعليقات من علماء يستخدمون بيانات iSpot في دراساتهم الخاصة. يقول شاربلز: «أي أنها أصبحت طريقة لممارسة العلوم العملية بالأماكن المفتوحة»، «لكن بطريقة جماعية تعاونية». وفي الواقع، وحسبما ذكر شاربلز، يصبح المشاركون علماء بيولوجيا تحت التمرين.

المختبر كلعبة فيديو

تأثرت منظومات تعليمية ـ مثل iSpot، ومقرر شاتز في الفيزياء التمهيدية ـ كثيرًا بفلسفة التعلم الاستقصائي الاستفهامي المفتوح معرفيًّا.. فبدلًا من حشو أدمغة الطلاب بالمعارف، من خلال محاضرة أو تمرينات مخبرية بوصفات جاهزة، وإخبارهم بالإجابة أو النتيجة مثلًا، يضع التعلم الاستقصائي الطلاب في فرق عمل، ويتحداهم معرفيًّا بسؤال؛ يجعلهم يكافحون حتى يجدوا الإجابة عليهم.

وحسب قول بليكستاين، تشير أدلة كثيرة[2] إلى أن أسلوب التعلم الاستقصائي أفضل وأكثر فعالية من أساليب المحاضرات والتمرينات. ويضيف: للأسف «تخسر مناهج التعليم الاستقصائي دائمًا في أي نقاش كبير على المستوى القومي»، ويعود ذلك جزئيًّا لاعتبارها باهظة للغاية، وتستغرق وقتًا كثيرًا؛ مما يجعلها لا تلائم الاستخدام في الفصل الدراسي.

وفي الوقت الحالي، وجد المهتمون مكانًا طبيعيًّا في البيئات الافتراضية متعددة المستخدمين (MUVEs) التي ارتادتها مبكرًا ألعاب فيديو الإنترنت، كلعبة World of Warcrafts «عالم الطائرات الحربية».

وهناك مثال بارز في هذا الإطار، هو مقرر الإنترنت «إيكوموف» EcoMUVE حول المنظومات البيئية، الذي وضعه ديديه وزملاؤه بجامعة هارفارد، حيث يشكل الطلاب فرقًا تقضي أسبوعين في استكشاف بِركة افتراضية ومحيطها. وفي أحد الأيام



الافتراضية، يكتشف الطلاب أن سَمَك البركة يموت، وعليهم أن يجدوا السبب. تحدِّد الفرق البيانات التي ينبغي جمعها: فمثلًا، قد يقيسون تدفق المياه الملوثة من مشروع إسكان قريب وملعب الجولف، أو يراقبون التغيرات في ألوان البركة، أو ينظرون في كائنات البركة الحية بمجهر افتراضي.

وينبغي للفرق بعد ذلك أن تجد كيفية تحليل تلك البيانات، وتتفق على تفسير لما يحدث، بتطبيق مفاهيم رياضية، ومناقشة العلاقة السببية؛ لفَهْم كيف تؤثر إجراءات معينة ـ مثل رش ملعب الجولف بالمخصبات ـ على النظم البيئية. وقد تم اختبار برنامج «إيكوموف» EcoMUVE مع طلاب المدارس بين 11 و13 سنة؛ فأظهروا تحسنًا ملموسًا في استيعاب مفاهيم كانت غامضة عليهم، كالقياس الكمي، وشبكات الغذاء، ومستجمعات المياه.

يستخدم ديفيد شيفر، أستاذ علم النفس التعليمي بجامعة ويسكونسِن–ماديسون وزملاؤه، نهجًا مماثلاً للتعلم القائم على الاستقصاء، وطرح الأسئلة في تطوير تمارين مهنية افتراضية لطلاب الهندسة. يقول شيفر: «عندما يظهر الطلاب في سنتهم الأولى بكلية الهندسة، يكونون متحمسين جميعًا لتصميم وبناء الأشياء»، لكن يكون لزامًا عليهم أولاً قضاء عامين في دراسة الرياضيات والفيزياء؛ مما يثبط همم كثيرين منهم. ولذلك.. قرر شيفر وفريقه أن يجعلوهم ينخرطون مباشرةً في تصميم وبناء الأشياء.

في هذا التدريب، يتمرّن الطلاب في شركة افتراضية لصنع آلات غسل الكلى، ويشكلون فرقًا لتصميم أحد أنظمة الجيل الجديد من آلات تنقية الدم من النفايات. يقوم الطلاب بالأبحاث، ويجرون تجارب محاكاة؛ لتقدير تكلفة تسويق مختلف الأنظمة، وقياس أدائها وقابليتها، ثم يعملون معًا لتقرير التجارب النهائية التي سيجرونها قبل تقديم التقرير.

وقد تم اختبار هذا التدريب الافتراضي مع طلاب الهندسة بجامعة ويسكونسن، وجامعة بنسلفانيا في فيلادلفيا، وجامعة بتسبرج في بنسلفانيا، وأكد تقييم البرنامج قبل وبعد إجراء هذا التدريب أن البرنامج يؤدي إلى استدامة ثقة الطلاب وحماسهم. وحاليًا يطوِّر شيفر والمتعاونون معه مقررًا هندسيًّا تمهيديًّا كاملاً، أساسه المحاكاة، ويحولون برنامجهم إلى مِنَصَّة برمجيّة يمكنها دعم التدريب المهني في أي تخصص.

يشكو بعض خبراء التعليم من أن التعلم الاستقصائي يفتقد التركيز والتوجيه. يقول آرت جرايسر، أستاذ علم النفس بجامعة ممفيس، تينيسي: «إذا تركت الطلاب يتفاعلون بأنفسهم في بيئة لعبة افتراضية، فقد يقضون وقتًا ممتعًا، لكنهم لن يتعلموا كثيرًا عن العلوم». ولتناول ذلك.. يُدْرِج المصمِّمون في اللعبة مُوَجِّهًا بشريًّا أو رقميًّا؛ حتى لا يغفل الطلاب عن المهمة المطلوبة.

يرى جرايسر أن المحادثة عنصر أساسي في التوجيه الفعال. ويقول: «عندما يقرأ الطلاب كتابًا مدرسيًّا، أو يستمعون إلى محاضرة، يُحَصِّلون معرفة سطحية»، لكن عندما يتحدثون عن المادة، يشرعون في فهمها بعمق. فقد طوَّر جرايسر وزملاؤه ـ على سبيل المثال ـ نظامًا أساسه «حوارات ثلاثية»، بحيث يتفاعل الطالب مع عاملين (شخصين) حاسوبيين متحركين، هما مدرس وطالب، يتحدثان بلغة طبيعية، ويكيِّفان سلوكهما حسب استجابة الطالب الحقيقي. ويستطيع الطلاب الحقيقيون التفاعل مع المدرس مباشرة، بينما تقوم شخصية الطالب الحاسوبي بمداخلة متناغمة مع الطالب الحقيقي، كما أنّ بإمكان الطلاب تعميق تحصيلهم المعرفي بتدريس المواد للفصل الافتراضي.

«إنها طريقة لمَنْح الجميع نوعًا من التعليم، كنا نعتبره لونًا من الترف»

وأحد النظم التي تستخدِم الحوارات الثلاثية لعبة «عملية برج الحِمل!» Operation ARIES!، وهي لعبة صُممت لتعليم التفكير النقدي والتفكير العلمي لطلاب الجامعات والمرحلة الثانوية. تقوم اللعبة على تسجيل اللاعبين لدى «مكتب العلوم الفيدرالي»؛ لإنقاذ الأرض من الغرباء الذين يستخدمون العلوم السيئة؛ لتحويل البشر إلى مستهلكين بلا عقول. يعمل الطلاب معًا لتقييم تقارير الإعلام الواقعية والمدونات والبيانات الصحفية. يحددون منها ما يحتوي على عيوب بحثية، كالزعم بأنّ علاقة الارتباط تعني التسبب، وبالتالي تُعَدّ دليلًا على نشاط الغرباء.

تضافر الجهود

أحد أكبر العوائق أمام الانتشار واسع النطاق لنظم تعليم المهارات العملية هو عدم ارتباط تجارب عديدة تجرى مرة واحدة بالمقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت (MOOCs). تقول دافني كولر، المؤسس المشارك لأكبر شركات مقررات الإنترنت المفتوحة، «كورسيرا» في ماونتن فيو، كاليفورنيا: «ينتهي بك الأمر إلى وضع مشروع تطبيقاتك على موقع مجهول، لا يعرفه أي أحد».

تقول كولر إن شركة «كورسيرا» تحاول تغيير هذا الأمر، ليس فقط بتشجيع التجارب كمقرر الفيزياء التمهيدية لشاتز، بل أيضًا بإعادة تطوير برمجياتها؛ حتى يمكنها توفير تطبيقات عملية بجانب مقررات المحاضرات. وفور نشر الإصدار الجديد، سيستطيع المحاضرون في مقررات الإنترنت المفتوحة تثبيت برنامج إضافي؛ لتشغيل خدمة iSpot مثلًا، أو الحصول على بيئة افتراضية، مثل «إيكوموف»، أو تطبيقات للمهارات العملية من ابتكارهم. ويؤمل أن يوفر هذا سوقًا مشتركة لتلك التطبيقات، ويتيح لها انتشارًا أكبر.

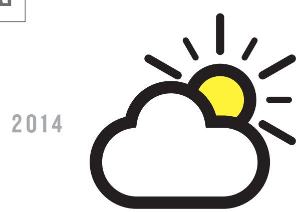
يقول شيفر إن ذلك مجرد مثال واحد فقط على التحولات الجذرية التي حرَّكتها ثورة المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت (MOOC)، مردِّدًا نقطة أدلى بها مراقبون كثيرون آخرون. ويضيف شيفر: «نظامنا التعليمي أشبه بسترة كبيرة قديمة مريحة رثّة». لقد طال أَمَدها، وتبدو غير قابلة للتدمير، لكنْ عندما تسحب منها خيطًا سائبًا، أي بوضع المحاضرات على الإنترنت، تبدأ السترة بالكامل في الانحلال أنكاثًا. يقول شيفر: «إنّ طريقة ترابط ذلك النموذج سابقًا لم تعد فاعلة بعد الآن».

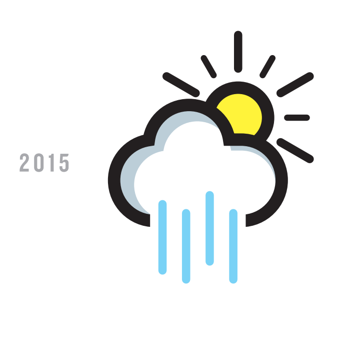
يرى شيفر أن نسيج النظام التعليمي يعاد غزله الآن مجددًا، وبنتائج لا يستطيع أحد التنبؤ بها.. وذلك ما يجعل هذه اللحظة مثيرة. ويقول: «إننا في موقف نستطيع أن نبدأ فيه التفكير في التعليم بطريقة جديدة تمامًا». ■

م. ميتشيل ولدروب محرر التحقيقات بدوريّة «نيتشر»، ويقيم في واشنطن.

1. Pellegrino, J. W. & Hilton, M. L. (eds) *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century* (National Academies Press, 2012).
2. Olson, S. & Loucks-Horsley, S. (eds) *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning* (National Academies Press, 2000).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



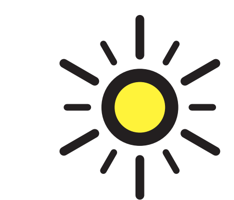


المناخ في 2018 غائم مع درجات حرارة قصوى





تنطلق حاليًا جهود رامية إلى التنبؤ بالمناخ قريب الأمد، لكن سجلها يبدو حتى الآن مختلطًا.



جيف توليفسون

في أغسطس من عام 2007، خاض دوج سميث أكبر مقامرة في حياته المهنية. فبعد أكثر من 10 سنوات من العمل بمركز «هادلي» ـ التابع لمكتب الأرصاد البريطاني في إكستر ـ نشر سميث تنبؤات مفصلة حول تغير المناخ خلال الجزء الأكبر من العقد القادم[1]. وتوقع فريق سميث أن الاحترار العالمي سيتباطأ لفترة وجيزة، ثم يستأنف سرعته؛ مما يجعل الكوكب عرضة لدرجات حرارة غير مسبوقة خلال سنوات قليلة.

لم تحقق تنبؤات مركز هادلي نجاحًا عظيمًا.. فبعد ست سنوات من نشر التنبؤات، لم ترتفع درجات حرارة الكوكب، حسبما تم التنبؤ بها. وبرغم هذه النتيجة المحبطة، جذبت مثل هذه التنبؤات قريبة الأمد اهتمام خبراء النماذج المناخية، الذين يحاولون الآن التنبؤ بكيفية تطور الظروف المناخية خلال السنوات القادمة وما بعدها. وفي نهاية المطاف، يأمل هؤلاء في تقديم تنبؤات تُمكِّن الإنسانية من الإعداد المناسب للعقد القادم، تمامًا كما يساعد علماء الأرصاد الجوية الناس على اختيار الملابس المناسبة صباح كل يوم.

تختلف هذه التنبؤات قصيرة الأمد جذريًّا مع التنبؤات العامة (التقليدية) التي ينتجها عادةً علماء النماذج المناخية، وتحاول توقُّع حالة المناخ بعد عقود كثيرة، ولا تمثل مناخًا حقيقيًّا في أي وقت من فترة التنبؤ. يقول فرَنسيسكو دوبلاس–رِيِّس، عالِم نماذج المناخ بالمعهد الكاتالوني لعلوم المناخ في برشلونة، إسبانيا، والمؤلف الرئيس لفصل يغطي التنبؤات المناخية، سيصدر ضمن التقرير القادم للجنة (الأمم المتحدة) الحكومية لتغير المناخ (IPCC): «هذا أمر جديد تمامًا على علوم المناخ». ويضيف دوبلاس–رِيِّس: «نقوم بتطوير أداة إضافية، يمكن أن تخبرنا بالمزيد حول المستقبل القريب».

وتحضيرًا لإعلان تقرير لجنة الأمم المتحدة الحكومية لتغير المناخ، الذي سيصدر الجزء الأول منه في سبتمبر الحالي، قام حوالي 16 فريقًا

بحثيًّا بإجراء سلسلة مكثفة من تجارب التنبؤ المناخي لعِقد واحد بالنماذج المناخية. وخلال السنتين الماضيتين، نُشر عدد من الأوراق العلمية، أساسها هذه التجارب، وهي تتنبأ عمومًا باحترار أقل مما تتوقعه النماذج التقليدية على المدى القريب. وبالنسبة إلى هؤلاء الباحثين، جاء دور التنبؤات العِقديّة، لكنّ علماء بارزين يشككون في نتائجها، وفي فائدة نهجٍ مكلف ومضيع للوقت بكل المعايير.

يقول جافين شميدت، خبير النماذج المناخية بمعهد جودارد لدراسات الفضاء في نيويورك، التابع لوكالة «ناسا»، الذي رفض المشاركة في تجربة التنبؤ العِقدية التي أجرتها لجنة الأمم المتحدة الحكومية لتغير المناخ: «مع أنني لست ضد هذا المشروع كفرصة للبحث، لكن الأوراق المنشورة حتى الآن لم تقدم إلا تشكيكًا بالمفهوم ذاته».



أفكار أوّليّة

استخدم فريق سميث نموذجه المناخي القياسي، لإنجاز تنبؤاته المناخية، لكنه كسر القالب باستعارة أفكار من طريقة خبراء الأرصاد الجوية في تنبؤاتهم الأسبوعية بالطقس. يبدأ تقدير الاحتمالات المناخية التقليدي من الماضي ـ غالبًا قبل الحقبة الصناعية ـ بهدف معرفة والتقاط متوسط حالة المناخ جيدًا؛ بحيث يمكن توقع الأنماط الرئيسة بعيدة المدى، لكن توقعات الأرصاد الأسبوعية للطقس تبدأ عادة بالحالة الراهنة. وتُجرَى المحاكاة مرارًا، وابتداءً بظروف طقس مختلفة قليلًا، وذلك لاستخلاص منظومة مخرجات تتمتع بمصداقية إحصائية، برغم اضطراب الطقس طبيعيًّا.

لقد طبَّق سميث وفريقه هذه المنهجية في تنبؤاتهم، حيث قاموا بجمع منظومة من قياسات المناخ (درجة حرارة الهواء، وسرعة واتجاه الرياح، والضغط الجوي، وحرارة وملوحة المحيطات) لعشرين يومًا خلال عام 2005. ولأنّ لكل مسار تنبؤات، بدأوا تشغيل نموذج المناخ الرئيس بمركز «هادلي» بإدخال بيانات كل يوم من الأيام العشرين منفردًا، ثم شغلوا النموذج (محاكاةً) إلى الأمام لمدة عقد، تحت تأثير عوامل مختلفة، كزيادة تركيز غازات الاحتباس الحراري.

وباستخدام الظروف المناخية الحقيقية الراهنة، كبداية للمحاكاة، يأمل فريق سميث في تحسين دقة توقُّع النموذج لحالة المناخ قريب المدى. لقد بدت النتائج الأولى واعدة، حيث تنبأ النموذج بدايةً بدرجات حرارة أقل سخونة مما تتوقعه النماذج التقليدية، وهو ما بدا صحيحًا حتى توقعات عام 2008، لكن بعد ذلك تراجعت دقة التنبؤ بحدة، خاصةً أن زيادة الاحترار الدرامية التي كانت متوقَّعة بعد 2008 لم تحدث بعد. (انظر: «مشهد ضبابي»). يقول سميث: «يجوز القول إنّ العالم الحقيقي احترَّ بأقل مما توقعته تنبؤاتنا». ونحن «لا نفهم الآن لماذا كان ذلك».

قد يكمن الجواب في المحيطات.. فرغم أن الغلاف الجوي يتحكم كثيرًا في الطقس اليومي، تحمل المحيطات بطيئة الحركة قدرًا أكبر بكثير من الطاقة والسخونة، يسيطر على كيفية تغير المناخ من سنة إلى أخرى. يظن الباحثون أن نسبة كبيرة من هذا التغير ترتبط بدورات طبيعية واسعة الانتشار، كالاحترار الناجم عن ظاهرة «إلنينيو»، والتبريد الناتج عن ظاهرة «لانينيا» بالمحيط الهادئ الاستوائي الشرقي. ونظريًّا.. كَوْن دوران المياه المالحة أبطأ من الهواء؛ ينبغي أن يجعل نماذج المحيطات أسهل.

في 2008، أجرت مجموعة من خبراء النماذج بقيادة نويل كينليسايد ـ يعمل حاليًا بجامعة بيرجن في النرويج ـ تنبؤًا بحالة المناخ حتى 2030، دمج تأثيرات درجة حرارة سطح البحر بالمحيط الأطلسي[2]. ركَّز الباحثون على أحد أنماط التيارات السائدة بالمحيط الأطلسي، هو الدوران المنقلب الزوالي (بين الشمال والجنوب). يحمل هذا التحرك المحيطي مياهًا سَخَّنتها الشمس من المناطق الاستوائية إلى شمال الأطلسي، حيث تطلق سخونتها إلى الغلاف الجوي قبل أن تغطس إلى المياه العميقة في المحيط، وتتحرك نحو الجنوب مرة أخرى. تنبأ النموذج بأن هذا الدوران سيَضْعُف؛ مما يساعد على استقرار أو حتى خفض درجات الحرارة العالمية خلال السنوات العديدة القادمة.

سَبَّبَ هذا التنبؤ ردود أفعال غاضبة؛ فشكك باحثون في منهجية تحليل فريق كينليسايد، إضافة إلى الطريقة التي تمت فيها تغذية وتشغيل النموذج ابتداءً. علقت هذه الدراسة ذات التغطية الإعلامية الكبيرة في نقاش إعلامي أوسع حول ما إذا كان الاحترار العالمي توقف مؤقتًا، أم لا. بعد نشر تلك الدراسة بفترة قصيرة، قام فريق من العلماء ـ بقيادة ستيفان رامستورف، عالِم البحار بمعهد بوتسدام لأبحاث تأثير المناخ في ألمانيا ـ بدحضها علنًا، وراهنت مجموعة كينليسايد برهان قيمته 5 آلاف يورو (6525 دولارًا)، لو صح تنبؤهم مستقبلًا.

يقول رامستورف: «شعرنا بالحاجة إلى إعلام الرأي العام بأنه لم يكن علمًا حقيقيًّا ذلك الذي يتوقع حدوث برودة عالمية». لم يستجب كينليسايد وفريقه للتحدي والرهان، واتضح أنه كان خيارًا ذكيًّا.. فلم يتباطأ الدوران، وجاءت درجات الحرارة الفعلية أعلى من التنبؤات، حسب ما ذكره رامستورف.

اعترف كينليسايد بقصور النموذج، لكنه قال إن النموذج قد غطى ـ على الأقل ـ التوجهات الأوليّة لدرجات الحرارة العالمية، حيث لم ترتفع في سنوات فترة التنبؤ الأولى. يقول كينليسايد: «النظام الذي أنتجناه كان بسيطًا، لكن استطعنا إظهار أن دمج عوامل المحيطات في النماذج أمر مهم».

وبرغم عثراتها، ساعدت تلك الجهود على إطلاق موجة بحث بين خبراء النماذج المتعطشين لطرق اختبار، وتحسين حساباتها. واستمرت مجموعات نماذج المناخ المشاركة في تجارب لجنة (الأمم المتحدة) الحكومية لتغير المناخ جزءًا ملموسًا من وقت النماذج؛ لإنتاج أول تنبؤات منهجية لكيفية تطور نظام مناخ العالم في السنوات القادمة. تتنبأ هذه النماذج بدرجات حرارة أقل، وبمتوسط انخفاض قدره 15% للاحترار خلال العقود القليلة القادمة، مقارنةً بالتنبؤات المناخية التقليدية[3].

ولتحديد احتمال صمود هذه التنبؤات، أجرت



الحرارة المفقودة

لماذا تباطأ الاحترار العالمي؟

إنه أحد أكبر الألغاز في علم المناخ: يضخ البشر مزيدًا من غازات الاحتباس الحراري إلى الغلاف الجوي اليوم أكثر من أي وقت، ومع ذلك.. لم ترتفع درجات الحرارة العالمية كثيرًا طيلة أكثر من عقد. ولا يقوّض هذا النمط فكرة أن غازات الاحتباس الحراري ستدفع في نهاية المطاف درجات الحرارة العالمية إلى مستويات غير مسبوقة، لكنه بالفعل يثير حيرة العلماء.

أحد التفسيرات الجزئية لذلك هو الاختلاف الطبيعي: يُتوقع أن تصل درجات الحرارة إلى الحد الأقصى أحيانًا، حتى أثناء مناخ يزداد سخونة. ويبقى العالَم مكانا حارًّا جدًّا. فالسنوات العشر الأكثر حرارة ـ منذ بدء التسجيل ـ حدثت كلها منذ عام 1998.

ومع اقتراب تباطؤ الاحترار من سنته الخامسة عشرة، يسعى الباحثون لتفسير أقوى. يقول إدوارد هوكنز، عالِم المناخ بجامعة ريدنج: «لا بد أن الحرارة تذهب إلى مكان ما»، و«السؤال: أين تذهب».

من المشتبه بهم المحتملين المحيطات التي تمتص بالفعل معظم الحرارة. تقترح الأبحاث الحديثة أن قدرًا من الحرارة أكبر مما كان متوقعًا قد يذهب إلى طبقات المحيط الأعمق تحت 700 متر[7]. الاحتمال الثاني الذي بحثه العلماء هو إن كان الرماد البركاني من اندلاعات بركانية محدودة والتلوث الناجم عن تصنيع الصين ودول أخرى قد عكسا كميات أكبر من طاقة الشمس إلى الفضاء[8].

يبقى احتمال آخر وهو الهدوء المطول في نشاطات الشمس منذ بداية الألفية الحالية، مما قد يقلل كميات الطاقة الواردة إلى الأرض.

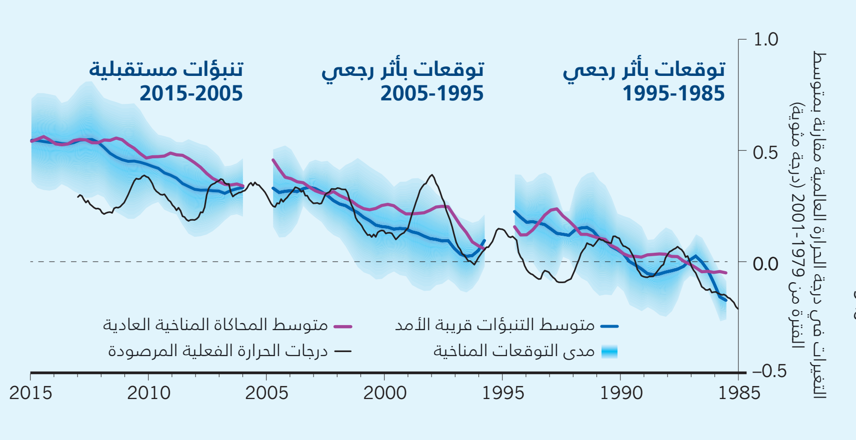
لكن العلماء لم يستطيعوا بعد تقديم تفسير كامل للأنماط الراهنة، ويبقى السؤال الأكبر هو إن كان افتقاد الاحترار اليوم يؤذن باحترار أقل في المستقبل.

يجادل مايكل رنج وزملاؤه، بجامعة إلينوي في أوربانا–شامبين، بأن الأرض قد تكون اقل حساسية لغازات الاحتباس الحراري مما كان يعتقد سابقًا[9]. بينما تقدر لجنة الأمم المتحدة الحكومية لتغير المناخ أن مضاعفة مستويات ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي ستزيد في النهاية الحرارة بين درجتين و4.5 درجات مئوية ويبلغ أفضل تقدير 3 درجات مئوية، يرجح فريق إلينوي أن يكون الارتفاع بين درجة ونصف مئوية ودرجتين مئويتين.

يجادل باحثون آخرون بوجهة معاكسة[10]، وتبقى المسألة بلا حسم. كذلك، يعني التصاعد المستمر لانبعاثات غازات الاحترار عالميّا أن انخفاض حساسية المناخ سيسبب فقط تأخيرًا طفيفًا للاحترار العالمي، بحسب ألكَزَندر أوتّو— باحث في سياسات المناخ بجامعة أوكسفورد، بالمملكة المتحدة. يقول أوتّو: «ستحدث تأثيرات الاحترار التي توقعناها في 2050 متأخرة عِقدًا»، و«لا يوجد بالتأكيد أي سبب للتراخي في الأمر».

مشهد ضبابي

طوّر الباحثون بمركز هادلي، بالمملكة المتحدة، أسلوبًا للتنبؤ بالمناخ قريب المدى. وبعد إجراء توقعات بأثر رجعي لعقدين سابقين، رصدوا توقعًا مناخيًّا حتى 2015 يُظهِر احترارًا أقل مما تظهره نماذج المحاكاة العادية؛ لكن درجات الحرارة المعايَنة كانت تبدو أقل في واقع الأمر. التنبؤات الجديدة للسنوات 2011–2020 تظهر درجات حرارة أقل سخونة في البداية، تتبعها فترات احترار حادة.



SOURCE: DOUG SMITH/REFS 1 & 6

المجموعات الاختبار العادي؛ لمقارنة كيفية أداء نماذجها بإجراء التنبؤ بأثر رجعي لفترة ماضية. وأدخلت الفرق كافة المعطيات والمشاهدات، وأجرت بالمحاكاة تنبؤات مناخية عِقدية لكل خمس سنوات ـ على الأقل ـ بدءًا من عام 1960. وقارنت التنبؤات الناجمة ـ بأثر رجعي ـ بمناخ تلك الفترة الفعلي. في أحد تلك التحليلات[4]، يقول دوبلاس–ريّس وزملاؤه إن نموذجهم توقَّع تباطؤ الاحترار العالمي لمدة تصل إلى 5 سنوات مقدمًا. كذلك دعمت دراستهم نظرية أن المحيطات العميقة ـ خاصة الأطلسي والهادئ الاستوائي ـ قد أبطأت احترار الغلاف الجوي بامتصاص حرارة كثيرة محتجَزة بواسطة التركيزات المتصاعدة لغازات الاحتباس في الجو (انظر: «الحرارة المفقودة»).



تصحيح الأخطاء

ينبغي لهذه النتائج التغلب على تشكيك المشككين، مثل رامستورف، الذي يتساءل إنْ كانت النماذج تتوقع بدقة تغيرات بمناخ الأرض، لكنّ علماء آخرين يقولون إن تجارب المحاكاة الجديدة تُظهِر مهارات على المستوى الإقليمي، خاصة ضمن نطاق المحيطات.

تقول ليزا جودارد، عالِمة المناخ بجامعة كولومبيا، نيويورك، وقائدة فريق التحليل المنهجي والمقارنة لتنبؤات نماذج لجنة الأمم المتحدة الحكومية لتغير المناخ[5]: «هناك بعض التحسينات بالفعل»، فنماذج كثيرة مثلًا رصدت احترارًا مفاجئًا بمياه شمال الأطلسي السطحية، بدأ في عام 1995 تقريبًا. وتقول جودارد: «كلها تنبأ بهذا التحول بشكل رائع».

وإذا كان الأمر كذلك، فقد يكون نجاح النماذج مخادعًا.. فأية دقة تظهرها التنبؤات في السنة الأولى أو الثانية من فترة التنبؤ قد تنشأ جزئيًّا من حقيقة أن المحاكاة تنطلق من نظرة على المناخ الراهن. ونظرًا إلى أن المناخ لا يتغير عادة بشكل مفرط بين سنة وأخرى، يُتوقع أن ينطلق النموذج متنبئًا بظروف قريبة من الواقع، لكن ذلك التأثير يتلاشى تدريجيًا بتطور المناخ الحقيقي. وإذا كان هذا مصدر دقة النموذج، فتلك الميزة تتضاءل سريعًا بعد بضع سنوات.

ومع أن تجارب التنبؤات تُظهِر مهارات توقُّع محدودة حاليًا، يحاول خبراء النماذج استخدام هذه التمرينات لتحسين إبداعاتهم. وأحد التحديات الرئيسة هو طريقة تلقيم النموذج وبدء تشغيله. ولبدء عملية المحاكاة، يدرج خبراء النماذج أكبر عدد من القيم في شبكة ثلاثية الأبعاد من المحيطات والغلاف الجوي، لكن ينبغي لخبراء النماذج إجراء افتراضات لمناطق بدون بيانات، ومنها المحيطات العميقة.

وهناك تحدٍّ آخر، ناجم عن حقيقة أن لكل نموذج حالة اتزانه الخاصة، وهي حالة المناخ التي يتنبأ بها النموذج طبيعيًّا لو تُرِك وشأنه، لكن بإدخال بيانات فعلية للمحيطات والغلاف الجوي، يجذب الباحثون النموذج بعيدًا عن حالته الطبيعية. ولَدَى شروع النموذج في إجراء محاكاة لزمن قادم، يبدأ فورًا بالانحراف نحو مناخه المفضل؛ مما يضع تعقيدات إضافية.

يتساءل دوبلاس–ريّس: «ما أسباب ذلك الانحراف؟». بمقارنة محاكاة التنبؤ مع توقعات المناخ التقليدية، يأمل العلماء في تصحيح انحراف النموذج واكتشاف مشكلات أخرى خافية. يقول دوبلاس–ريّس «إذا استطاعت هذه النماذج مساعدة العلماء في تحديد الأخطاء النظامية (المنهجية)؛ فستساعد كافة خبراء النماذج المناخية».

يقول شميد إن هذه الجهود «مضللة إلى حد ما». ويشير إلى صعوبة أن يُنسب النجاح أو الفشل إلى أي متغير بشكل خاص، لأن عدم قابلية الطقس والمناخ للتنبؤ قائمة بكل من نظام الأرض والنماذج. ويضيف «إن هذه الجهود لا تقترح أي حلول».

والمدافعون عن هذه الجهود لا يوجد لديهم أي تنبؤات حول التحديات المقبلة. يقول كيفن ترنبرث، عالِم المناخ بالمركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي في بولدر، كولورادو: «هناك عشر سنوات أو أكثر قبل أن تؤتي هذه الأبحاث أكلها من حيث قوة التنبؤ. وحتى حينئذ.. ستكون قدرة علماء المناخ محدودة فيما يقولونه حول المستقبل، لكنْ هناك أناس كُثُر قد يرحبون بأي تلميحات حول ما سيأتي».

ويضيف ترنبرث قائلًا: «بالنسبة إلى مزارع في إلينوي»، فإن «أي مؤشرات حول ما يُتوقع ستكون مفيدة نوعًا ما».

يقول سميث إن فريقه بمركز «هادلي» قد ضاعف دقة النموذج، الذي يُقَسِّم الآن الأرض إلى شبكة بخلايا 150 كيلومترًا بكل جانب. وخلال بضع سنوات، يأمل التوصل إلى شبكة خلاياها 60 كيلومترًا، ستجعل من الأسهل التقاط الارتباطات بين نشاطات المحيطات والطقس، التي يهتم بها المجتمع. وبوجود نماذج محسَّنة وبيانات أغزر، وإحصائيات أفضل؛ يتوقع سميث يومًا أنْ تقدم نماذجه تقديرًا لاحتمالات درجات الحرارة، وربما تساقط الأمطار والثلوج خلال العقد القادم.

وتحضيرًا لذلك اليوم، أعد سميث ما يسميه «تبادلًا عِقديًّا» لجمع وتحليل ونشر التوقعات السنوية. استخدمت تسع مجموعات أحدث النماذج المناخية لإنتاج تنبؤات لعشر سنوات، بدءًا من 2011. يُظْهِر تحليل لطاقم التنبؤات[6] نمطًا مشابهًا لتنبؤات سميث في 2007، حيث تبدأ درجات الحرارة في الانخفاض، ثم ترتفع بحدة. وخلال السنوات القليلة القادمة ـ ما لم يحدث شيء كاندلاع بركاني ـ يبدو أنّ وصول درجات الحرارة إلى مستويات قياسية سيكون أمرًا حتميًّا.

يقول سميث: «لن أكون متحمسًا للمراهنة على ذلك الآن»، لكنني «أعتقد أننا سنحقق تقدمًا جيدًا خلال بضع سنوات». ■

جيف تولّيفسون مسؤول تغطية قضايا الطاقة والبيئة بدوريّة «نيتشر» من نيويورك.

1. Smith, D. M. *et al. Science* **317,** 796–799 (2007).
2. Keenlyside, N. S., Latif, M., Jungclaus, J., Kornblueh, L. & Roeckner, E. *Nature* **453,** 84–88 (2008).
3. Meehl, G. A. *et al. Bull. Am. Meteorol. Soc.* http://dx.doi.org/10.1175/BAMS-D-12-00241.1 (2013).
4. Guemas, V., Doblas-Reyes, F. J., Andreu-Burillo, I. & Asif, M. *Nature Clim. Chang.* **3,** 649–653 (2013).
5. Goddard, L. *et al. Clim. Dynam.* **40,** 245–272 (2013).
6. Smith, D. M. *et al. Clim. Dynam.* http://dx.doi.org/10.1007/s00382-012-1600-0 (2012).
7. Balmaseda, M. A., Trenberth, K. E. & Källén, E. *Geophys. Res. Lett.* **40,** 1754–1759 (2013).
8. Neely III, R. R. *et al. Geophys. Res. Lett.* **40,** 999–1004 (2013).
9. Ring, M. J., Lindner, D., Cross, E. F. & Schlesinger, M. E. *Atmos. Clim. Sci.* **2,** 401–415 (2012).
10. Fasullo, J. T. & Trenberth, K. E. *Science* **338,** 792–794 (2012).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الملاذ الأخير

يراقب المسؤولون عن الصحة العامة بِفَزَعٍ كيف أصبحت البكتيريا تقاوم المضاد الحيوي القوي (كاربابينيم)، وهو أحدُ آخر العقاقير الفاعلة المتاحة.

مارين مَكِّينا

كقاعدة عامة، يحاول كبار المسؤولين بمجال الصحة العامة تجنُّب استخدام الأوصاف الكارثية. لذلك.. كان مقلقًا سماع توماس فريدن، وسالي ديفيز يحذِّران من «كابوس» صحي، و«تهديد كارثي» قادِمَيْن خلال أيام قليلة. كان هذان التحذيران في شهر مارس الماضي.

وكان رؤساء الوكالة يتحدثون عن زيادة مضطردة لفئة مغمورة من البكتيريا المقاومة للمضادات الحيوية، هي البكتيريا المعوية المقاومة لكاربابينيم (CREs). وتشبِّه ديفيز ـ المسؤول الصحي الأول بالمملكة المتحدة ـ خطورة هذه البكتيريا المعوية بخطورة الإرهاب (انظر: *Nature* **495**, 141; 2013). يقول فريدن، مدير مراكز مكافحة الأمراض ومنعها (CDC) بأتلانتا، جورجيا: «لدينا مشكلة خطيرة جدًّا، ونحتاج إلى دق ناقوس الخطر».

كان لأسلوبهم المخيف مسوِّغاته.. فهذه البكتيريا تسبب عدوى بالمثانة والرئة والدم، وقد تتحول إلى صدمة إنتانيَّة تهدد الحياة. تتجنب هذه البكتيريا تأثير جميع المضادات الحيوية تقريبًا ـ بما فيها (كاربابينيم) الذي يُعتبر من عقاقير الملاذ الأخير ـ وتسبب وفاة حوالي نصف المرضى المصابين بها. في الولايات المتحدة، وُجِدت هذه البكتيريا في 4% من إجمالي المستشفيات، و18% من تلك التي تقدِّم رعاية حاسمة طويلة الأمد. ويتنبأ تحليل ـ أُجْرِي بالمملكة المتحدة ـ بأنه إذا أصبحت المضادات الميكروبية غير فعّالة، فقد تنتهي العمليات الجراحية التي تُجْرَى يوميًّا ـ كجراحات استبدال مفصل الورك، مثلًا ـ بالوفاة، بمعدل حالة من بين كل ست حالات[1].

قصدت اللغة التي استخدمها ديفيز وفريدين كسر حالة عدم المبالاة التي يستقبل بها الجمهور الأخبار المتعلقة بمقاومة المضادات الحيوية، إلا أنها ـ بالنسبة إلى مراقبين عن كثب ـ أثارت أيضًا مسحة من الغضب. وقد تم التعرف أول مرة على هذه البكتيريا منذ حوالي 15 عامًا، لكنها لم تصبح من أولويات الصحة العامة إلا مؤخرًا، وربما لم يُقدِّر الأطباء التهديد الذي تطرحه. وحسب آراء المراقبين، فبالنظر إلى الوراء؛ فسنجد دروسًا مستفادة للباحثين والعاملين بالرعاية الصحية حول كيفية حماية المرضى، وللمستشفيات كذلك التي لم تظهر فيها تلك البكتيريا بعد.

يقول ألكسندر كالن، خبير الوبائيات الطبية بمراكز مكافحة الأمراض ومنعها: «لم يفت أوان التدخل ومنع هذه البكتيريا من الانتشار أكثر». وفي الوقت ذاته، يسلم بأن تلك البكتيريا ستكون موجودة بأماكن كثيرة إلى الأبد.

إنّ الإدراك المتأخر هو مفتاح قصة هذه البكتيريا، فقد جاء إدراك وجودها متأخرًا.

في عام 2000، كان الباحثون يمحِّصون تحليلات برنامج المراقبة المسمى «وبائيات مقاومة مضادات الميكروبات بالعناية المركزة (ICARE)»، الذي استمر ستة أعوام يراقب وحدات العناية المركزة؛ لاكتشاف أي عوامل مقاومة غير عادية. ومن مجموعة العيِّنات البيولوجية المتراكمة بالبرنامج، تعرّف العلماء على واحدة من العائلة البكتيرية المعوية Enterobacteriacea، المقيمة بالأمعاء. هذه العينة بالتحديد ـ من كليبسيلّا نيومونيا، أحد أسباب العدوى الشائعة بوحدات العناية المركزة ـ تم أخذها من مريض بأحد مستشفيات نورث كارولاينا في عام 1996 (المرجع 2)، وكانت مقاومًا ضعيفًا لمضادات كاربابينيم الحيوية، وهي فئة من المضادات الحيوية القوية واسعة الطيف، تم تطويرها في الثمانينات.

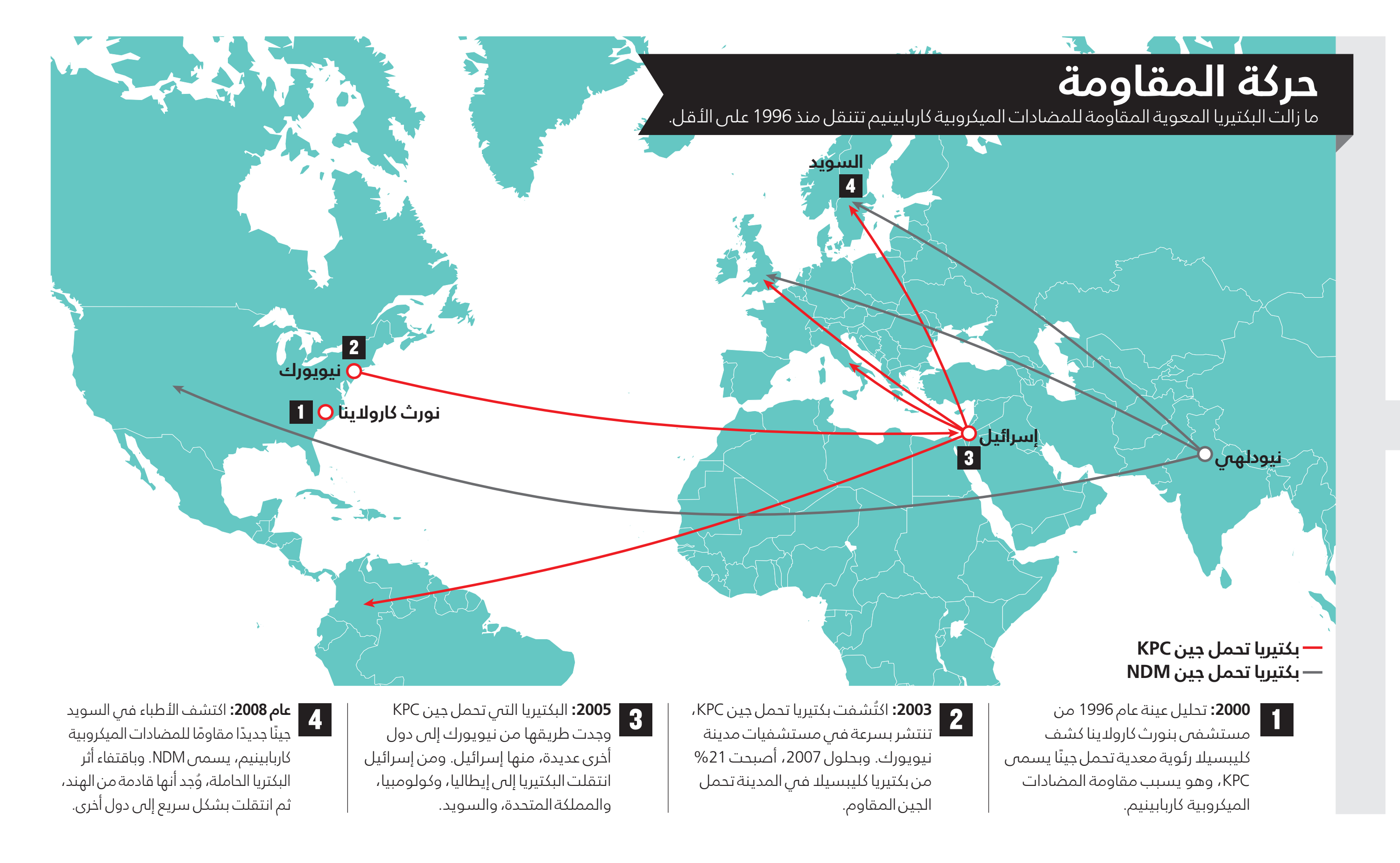
ظلت المضادات الحيوية تتعرض للمقاومة، طالما استخدمها الناس؛ وقد حذَّر ألكسندر فليمنج ـ مكتشِف البنسلين ـ من إمكانية حدوث ذلك لدى تسلمه جائزة «نوبل» في عام 1945. ولإدراكهم ذلك، كان الأطباء يستخدمون الأدوية الأكثر فاعلية باعتدال، فالترشيد الحذر في استخدام فانكومايسين مثلاً ـ وهو مضاد حيوي قوي ـ أدى إلى تأخير نشوء مقاومة البكتيريا ضده لثلاثة عقود. ويعتقد الباحثون أن الاستخدام الحصيف للمضادات الحيوية سيحافظ على فاعلية الملاذ الأخير الباقي منها، كعائلة مضادات كاربابينيم، الفاعلة منذ عقود.

هذا.. وقد قلبت سلالة بكتيريا كليبسيلا بنورث كارولاينا الفكرةَ رأسًا على عقب، فأنتجت إنزيم كاربابينيميز كليبسيلّا نيومونيا (KPC)، الذي فكك مضادات كاربابينيم. والأكثر من ذلك.. يقع الجين المُرمِّز للإنزيم في البلازميد، وهو جزء من الحمض النووي يستطيع الانتقال بسهولة من بكتيريا إلى أخرى. وهكذا نشأت المقاومة ضد عائلة كاربابينيم.

ومع ذلك.. اعتبر علماء الأحياء المجهرية أول الأمر تلك البكتيريا حالة وحيدة. يقول جين باتيل ـ عالم الأحياء المجهرية، الذي يعمل حاليًا نائبًا لمدير مكتب مقاومة المضادات الميكروبية بمراكز مكافحة الأمراض ومنعها ـ إنّ العاملين بالمركز تمت طمأنتهم بحقيقة أنّ العينة جُمعت منذ أربعة أعوام وأنّ اختبار ما تبقى في الأرشيف لم يُظْهِر أمثلة مقاومة أخرى. يقول باتيل: «لم يكن الأمر عدم وجود اهتمام بالبحث عنها»، بل كان التوجه في ذلك الوقت أنّ «لدينا نظامًا للتعرف عليها، ويعمل بنجاح. وفي حال حدوث المزيد؛ سنقف على الأمر».

NATURE.COM
للاطلاع على بودكاست حول مقاومة مضادات كاربابينيم، انظر:
go.nature.com/dxmtny

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



لقد كان برنامج المراقبة التابع للمراكز محدودًا، حيث إنه رصد 41 مستشفى فقط من قرابة 6 آلاف، كما أن تحليلاتها تأخرت كثيرًا بعد جمع العينات. لذلك.. عندما ظهرت المقاومة ضد كاربابينيم مرة أخرى، مضت أعوام قبل أن يلاحظها أحد.

اتجاه كارثي

يجتذب مركز «داونستيت» الطبي في بروكلين، التابع لجامعة ولاية نيويورك، المرضى من أفقر المناطق السكنية بمدينة نيويورك. ولهذا.. يميل إلى كونه المكان الذي تظهر فيه الاتجاهات والاحتياجات الصحية الماسّة. ويُجْرِي الأطباء هناك رقابة خاصة بهم على البكتيريا؛ لفحص أي مخاطر عدوى ناشئة، وذلك ليس جزءًا من برنامج (ICARE) التابع لمراكز مكافحة الأمراض ومنعها. ففي عام 2003، رصدت مراجعة لنتائج مختبر الأحياء المجهرية بالمركز ومختبرات أخرى متعاونة بمستشفيات قريبة شيئًا لم يره أطباء المدينة من قبل.. فعلى مدار الأعوام الستة السابقة، تم تشخيص إصابة حفنة من المرضى من سبع مؤسسات بعدوى كليبسيلا، التي كانت مقاوِمة لمضادات كاربابينيم جزئيًّا. يقول جون كويل، الباحث الطبي بمركز داونستيت: «كانت هذه حالات نادرة تحلِّق بعيدًا عن نطاق الملاحظة»، و«بحلول الوقت الذي اكتشفناها فيه، عمَّ انتشارها».

كانت حالات العدوى خطيرة جدًّا. فقد توفي 9 من 19 مريضًا لدى انتشار العدوى بأحد مستشفيات بروكلين. وفي مستشفى آخر، تضاعفت حالات الإصابة بالعدوى من حالتين إلى أكثر من 30 في ستة أشهر فقط، رغم اتخاذ تدابير صارمة لمكافحة العدوى. وانتشر الكائن الحي في المدينة، من مستشفى هارلم بالطرف الشمالي لمانهاتن إلى مستشفى ماونت سيناي بأعلى الجانب الشرقي، ثم إلى مستشفى سانت فنسنت بقرية جرينتش بالجنوب، حيث توفي مريض بعدوى كليبسيلا، رغم استخدام الأطباء ما بجعبتهم من عقاقير لمكافحتها.

ويُعَدّ أحد أسباب الانتشار السريع جدًّا للسلالات البكتيرية المقاوِمة صعوبة اكتشافها. فمعظم مختبرات الأحياء المجهرية الإكلينيكية لم تعد تبذل جهدًا في زراعة البكتيريا أيامًا؛ لتحديد العقاقير التي تؤثر فيها، وعوضًا عن ذلك.. هناك أنظمة آلية تُعَرِّض البكتيريا لتركيزات متدرجة من العقاقير، وتستطيع إعطاء نتائج خلال ساعات. أدرك كويل وزملاؤه أن هذه الاختبارات كانت تعطي نتائج مضللة، وتسبِّب وصف الأطباء لجرعات أو عقاقير غير فعّالة للمرضى. وبسبب عدم القضاء على العدوى، يمكن أن تتنقل السلالة المقاوِمة من شخص إلى آخر. وبحلول عام 2007، وصلت نسبة بكتيريا كليبسيلا الحاملة للبلازميد المقاوِم لمضادات كاربابينيم بمدينة نيويورك إلى 21%، بينما يبلغ متوسط نسبتها 5% بباقي الولايات المتحدة[3].

يشير هذا الانتشار السريع إلى أن البكتيريا المعوية المقاومة لكاربابينيم كانت تنتقل من شخص إلى آخر، بدلًا من الظهور بشكل مستقل في كل موقع. وكان هذا منطقيًّا. وهناك الكثير من فصيلة البكتيريا المعوية، بما فيها كليبسيلا، يقيم في الأمعاء ويمكن بسهولة أن يحملها مريض، دون ظهور أعراض. ولدى إصابة المرضى بالإسهال، مثلما يحدث غالبًا بعد إعطاء المريض أدوية أثناء الرعاية المركزة، قد تنتشر البكتيريا المعدية أكثر، ملوثةً الأجهزة، أو أيدي مقدمي الرعاية داخل المستشفى وخارجها. لهذا.. كان سهلًا تصوّر ركوب البكتيريا المُعدية مترو الأنفاق من بروكلين إلى مانهاتن، إلا أن الأمر تطلَّب بضع سنوات، ومستوى أوسع لتتفشى. ولتوضيح مدى انتقال البكتيريا، (انظر: «حركة المقاومة»).

انتشار سريع

في نهاية عام 2005، تم تشخيص إصابة مريض بمركز سوراسكي الطبي بتل أبيب ببكتيريا كليبسيلا تحمل الجين الذي ينتج إنزيم KPC، وكانت وثيقة الصلة بسلالة نيويورك. وفي خلال أشهر، عصفت عدوى هذه البكتيريا بالمستشفى، ثم بنظام الرعاية الصحية المحكم الصغير بإسرائيل. وبحلول مارس 2007، كانت هناك 1275 حالة إصابة على مستوى الدولة[4]. وكانت الحالات تصل بدورها عبر شبكة من المستشفيات، ودور النقاهة، وعيادات الغسيل الكلوي، ومراكز إعادة التأهيل.

يوضح ميتشيل شوابر ـ طبيب مكافحة العدوى بفريق سوراسكي لدى ظهور وباء بكتيريا كليبسيلا الحاملة لجين إنزيم (KPC) ـ كيف أن إسرائيل كانت تعاني نقصًا في الأسِرَّة المخصصة لرعاية العدوى الحادّة. ويضيف: «كلما أمكن صرف مريض، خاصة من قسم الباطنة، يتم صرفه فورًا؛ مما يؤدي إلى كثرة تنقل المرضى من مُرافِق رعاية العدوى الحادة إلى مُرافِق الرعاية طويلة الأجل، ثم عودته مرة أخرى إلى المستشفى نفسه، أو غيره».

واستجابةً لذلك.. أنشأت وزارة الصحة الإسرائيلية فرقة عمل خاصة؛ للتعامل مع تلك البكتيريا، برئاسة شوابر. وطلبت تلك الفرقة تقارير مراقبة يومية بالبريد الإلكتروني، ووضعت تدابير عزل احتياطية صارمة، تتضمن عنابر ومعدات وأطقم تمريض مخصَّصة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

لذلك. وتم دعم القواعد الجديدة بالتفتيش المفاجئ، وتحليلات مخبرية إلزاميّة؛ للتحقق من مصدر العدوى الجديدة.

وبحلول منتصف عام 2008، كانت إسرائيل قد عكست الاتجاه المتصاعد لبكتيريا كليبسيلا المقاومة للمضادات، إلا أن هذه المكافحة تأخرت كثيرًا؛ فلم تمنع الميكروب من الهجرة، فقد جَلَب المرضى والأطباء والممرضون بكتيريا كليبسيلا الحاملة لجين إنزيم KPC إلى إيطاليا، وكولومبيا، والمملكة المتحدة، وأبعد من ذلك.

نداء تحذيري

في يناير 2008، تم التعرف على سلالة بكتيريا كليبسيلا نيومونيا المقاومة لعدة عقاقير، بينها مضادات كاربابينيم، في مزرعة بول لعينة أخذت من رجل عمره 59 عامًا، يتلقى العلاج بمستشفى بالسويد[5]. وبدلًا من استخدام إنزيم KPC، فككت البكتيريا المضادات الحيوية باستخدام إنزيم مختلف، هو ميتالّو–β–لاكتاميز. وخلال ثلاثة أعوام، تم التعرف على حالات أخرى مصابة ببكتيريا حاملة لهذا الإنزيم ببريطانيا وأمريكا. تطلَّب هذا الأمر تحذيرًا فوريًّا: فهذه البكتيريا كانت أكثر مقاومة للمضادات الحيوية كاربابينيم من بكتيريا كليبسيلا الحاملة لإنزيم KPC، كما تضمنت أنواعًا أخرى من البكتيريا المعوية، كالإشريكية القولونية.

في البداية، كان لمعظم الأشخاص الحاملين للبكتيريا ذات العامل المقاوم الجديد علاقة بعيادات في الهند، عبر سياحة علاجية، أو رعاية طبية مطلوبة أثناء السفر. وطبقًا لأعراف التصنيف، سمى الأطباء الإنزيم الجديد: ميتالو–β–لاكتاميز نيودلهي (NDM)، نسبةً إلى ما يُعتقد أنه مكان إصابة المريض السويدي الأول. وقد أثار ذلك الاسم جدلًا غير متوقع، فالإعلام والبرلمان الهنديان أدانا التسمية، لكونها وصمة لصناعة السياحة العلاجية بالهند. أدى العمل التالي للفريق الذي اكتشف إنزيم نيودلهي إلى زيادة الغضب، عندما أكّد وجود بكتيريا حاملة للإنزيم بمياه الصرف ومياه البلدية بجنوب آسيا[6]. (انظر: Nature http://doi.org/dgcs33; 2011).

«كانت حالات نادرة تحلِّق بعيدًا عن نطاق الملاحظة. وبحلول الوقت الذي اكتشفناها فيه، عَمَّ انتشارها»

حجب ذلك الجدال الدلالة الحقيقية لإنزيم نيودلهي، فلم يعد يقتصر الأمر على ظهور آلية جديدة للمقاومة، بل كانت البكتيريا المعوية المقاوِمة لكاربابينيم تزدهر خارج أسوار المستشفيات.

ظل الباحثون يجاهدون لمعرفة كيفية انتشار البكتيريا المنتجة لإنزيم نيودلهي تحديدًا. وفي النصف الثاني من عام 2012، اكتشف باحثون بمستشفى جامعة كولورادو في أورورا أن مستشفاهم استضاف ـ بغير علم ـ ثمانية مرضى مصابين ببكتيريا كليبسيلا المنتجة لإنزيم نيودلهي، وهو أكبر تجمع بالولايات المتحدة آنذاك. وتم اكتشاف الحالات الثلاث الأولى ـ وكان جميعها مرضى التهاب رئوي ـ أثناء مراجعة روتينية لعينات طبية. وعندما صَعَّدت المستشفى البحث، وجدت خمسة آخرين حاملين للبكتيريا، دون ظهور أعراضها عليهم.

تتذكر ميشيل بارون ـ وهي طبيبة مكافحة العدوى بالمستشفى ـ قائلة: «لم يكن هناك نمط واضح مشترك»، فقد «بقي المرضى بالمستشفى فترة طويلة، وبوحدات مختلفة، وليس هناك جهاز واحد بالمستشفى استخدموه جميعًا».

وحتى عندما قامت مراكز مكافحة الأمراض ومَنْعها بدراسة تسلسل جينوم البكتيريا المأخوذة من المرضى الثمانية، لم تكن المعلومات كافية لتفسير كيفية انتشار البكتيريا. افترضت بارون وجود «مريض شبح» بالمستشفى في ذلك الوقت، وأفلت من اكتشاف شبكة المراقبة. وما زالت بارون تبحث عن ذلك الشخص، وتحاول المستشفى استدعاء المرضى الذين عولجوا خلال تلك الفترة الحاسمة (1,700 مريض)؛ لأخذ عينات منهم.

انتهت الحادثة بسلام، حيث لم يمرض الخمسة الحاملون للبكتيريا، وشُفِيَ المرضى الثلاثة الآخرون. وبمجرد إحاطة المستشفى بعنقود العدوى هذا؛ لم تنتشر العدوى أكثر. وقد لا يحالفهم الحظ هكذا في المرة القادمة.

وهناك تهديدات جديدة في الطريق. فقد اكتشف الباحثون عوامل مقاومة أخرى لمضادات كاربابينيم، تنتقل عبر الكوكب؛ ظهر أحدها فعلًا بالولايات المتحدة، وأخرى متجمعة بجنوب أوروبا وأمريكا الجنوبية. ويُتوقع أن يشكل اكتشافها تحديًا جديدًا، لاختلافها جينيًّا عن بعضها. يقول خبراء الأمراض المُعْدِية إنهم تعلموا دروسًا مهمة من البكتيريا المعوية المقاومِة لكاربابينيم، فالبكتيريا المقاومة للعقاقير يمكنها أن تظهر وتنتشر بأسرع من أن تلتقطها أنظمة رقابة الصحة العامة غير المُحْكَمة وأساليب الاكتشاف المخبرية القديمة، كما أنّ الإجراءات التي تبدو كافية لمكافحة العدوى لا يمكنها دائمًا احتواء انتشارها.

وتحاول دول عديدة الاستفادة من تلك الدروس.. فالمستشفيات في إسرائيل الآن تمارس «رقابة نشطة»، أي أنه إذا كان مريض جديد قد عولج بأي مؤسسة علاجية خلال الستة أشهر السابقة، يتم فحصه وإجراء تحاليل البكتيريا المعوية المقاومة لكاربابينيم له. ولَدَى ظهور نتائج تحاليل موجبة لأي شخص، يتم تصنيفه كحامل لتلك البكتيريا في سجلات الصحة الوطنية التي يمكن للمستشفيات ودور النقاهة والأطباء الوصول إليها. اتبعت فرنسا والمملكة المتحدة قواعد مشابهة، لكنّ دولًا كثيرة ـ للأسف ـ لا تفعل ذلك. وكان المركز الأوروبي لمنع الأمراض ومكافحتها في استوكهولم قد نشر ـ في شهر يوليو الماضي ـ تقييمًا ذاتيًّا صريحًا لتسع وثلاثين دولة أوروبية حول العبء الذي تمثله تلك البكتيريا، وقدرتها على مواجهة هذه الكائنات[7]. قالت 21 دولة فقط إنها حققت ذلك التنسيق الوطني، الذي أتاح لإسرائيل احتواء وبائها.

وتدير الولايات المتحدة أنظمة رقابية متنوعة.. فمراكز مكافحة الأمراض ومنعها تبحث عن البكتيريا المعوية المقاومة لكاربابينيم، من خلال ثلاث شبكات بيانات منفصلة، لكنّ أيًّا منها لا يغطي كل البلاد. وكانت تسع ولايات ـ على الأقل ـ قد فرضت إبلاغ وزارات الصحة بها عن أي حالات إصابة بالبكتيريا. وأعدت مراكز مكافحة الأمراض ومنعها حقيبة أدوات قوية تضم أفضل الممارسات لوزارات الصحة والمستشفيات، كتقييد مهام الموظفين، واستخدام المعدات بالمستشفيات، وتحديد حالات العدوى بالرعاية طويلة الأمد، التي تغذي المستشفيات بالمرضى. وقد ساعدت تلك التدابير مؤسسات الرعاية الصحية بولايتي إلينوي، وفلوريدا على منع تفشي العدوى في عامي 2008، و2009.

خيارات محدودة

في الوقت نفسه، تحسنت أساليب الكشف المخبري؛ فاستخدام مراكز مكافحة الأمراض للتتابع الجينومي الكامل لحل حادثة كولورادو، كان أول مرة تنشر فيها المراكز هذه التقنية لتناول العدوى بمستشفى. وتعززت قدرة إدارات الصحة العامة على رصد التهديدات بجرعات مالية فيدرالية، بعد الهجوم على برجي مركز التجارة العالمي في سبتمبر من عام 2001، وهجمات الجمرة الخبيثة لاحقًا، وفي حزمة تحفيز 2009، إلا أن هذه الاستثمارات قد تتراجع خلال الخفض الراهن للميزانية الفيدرالية.

ولسوء حظ الأطباء المنخرطين في حالات انتشار العدوى أنه لا تتوفر لديهم أدوية أفضل من تلك المتاحة لدى أول ظهور للبكتيريا المعوية المقاوِمة لكاربابينيم. تستجيب بعض البكتيريا لعقارين: تايجسَيْكلاين tigecycline، وكوليستين colistin (يسمى بوليميكسِن إي polymyxin E)، لكنهما لا ينفعان مع كل المرضى، ويُعْرَف عن كوليستين إتلاف الكلى. ويَجِد الأطباء أنفسهم حائرين بين استخدام أدوية سيئة، وعدم استخدام أدوية مطلقًا.

لا يُتوقع توفّر أدوية جديدة سريعًا، بل إنّ اضطراد مقاومة البكتيريا، والحاجة إلى استخدام هذه الأدوية باعتدال أقنعا شركات الدواء بأنّ المضادات الحيوية لا تستحق الاستثمار. وهذا يعني أنْ تظل ـ كما يقول خبراء الأمراض المعدية ـ أفضل أدواتهم للدفاع عن المرضى تلك التي تعتمد على أداء العاملين بالصحة: غسل الأيدي، وارتداء القفازات والزي الطبي، والتنظيف البيئي الصارم، لكنْ لم يُهْتَمّ بالأبحاث التي يمكن أن تؤدي إلى تحسين أفضل الممارسات، حسب قول إيلي بيرينسيفيتش، طبيب الأمراض المعدية، وخبير الوبائيات بجامعة أيوا، أيوا سيتي، الذي يدرس كيف تتحرك البكتيريا المقاومة حول المستشفيات. ويضيف قائلًا: «لم نستثمر في أبحاث تتناول كيفية الوصول إلى أمثل الممارسات المعيارية لمكافحة العدوى. ونكتفي بِلَوْم العاملين بالرعاية الصحية عندما يخطئون». ■

مارين مَكِّينا صحفية مستقلة تقيم في أتلانتا بولاية جورجيا، الولايات المتحدة.

1. Smith, R. & Coast, J. *Br. Med. J.* **346,** f1493 (2013).
2. Yigit, H. *et al. Antimicrob. Agents Chemother.* **45,** 1151–1161 (2001).
3. Hidron, A. I. *et al. Infect. Control Hosp. Epidemiol.* **29,** 996–1011 (2008).
4. Schwaber, M. J. *et al. Clin. Infect. Dis.* **52,** 848–855 (2011).
5. Yong, D. *et al. Antimicrob. Agents Chemother.* **53,** 5046–5054 (2009).
6. Kumarasamy K. K. *et al. Lancet Infect. Dis.* **10,** 597–602 (2010).
7. Glasner, C. *et al. Eurosurveillance* **18,** 28, art. 3 (2013).

تعليقات





IWAN BAAN/REPORTAGE BY GETTY

انقطعت الكهرباء عن معظم حي مانهاتن السفلي بنيويورك إثر إعصار ساندي في أكتوبر 2012.

الحل يكمن في شبكات الكهرباء الذكية

يوضِّح **مسعود أمين** كيف يمكن للولايات المتحدة جعْل البنية الكهربية التحتية لديها تسترد عافيتها ذاتيًّا؛ لتجنب انقطاع التيار الكهربي على نطاق واسع.

كصبي صغير في منتصف الستينات في إيران، كنت كثيرًا ما أذهب برفقة والدي ووالدتي إلى القرى، حيث كانا يتطوعان لعلاج الناس، كطبيب ومندوبة للصليب الأحمر. شاهدتُ بنفسي كيف تحسِّن الكهرباء حياة الأسر التي تعاني شظف العيش على قِطع من الأراضي الجافة. وفجأة، أصبح لدى تلك المجتمعات وسائل للري، ومدارس جديدة، ومرافق طبية. نجا عدد أكبر من الأطفال الرضع من الموت، وأخذت الأعمال التجارية في الازدهار.

في وقت لاحق، وفي مدينة نيويورك، عانيت من الانقطاع الفوضوي للكهرباء في يوليو عام 1977، عندما أدَّت العواصف البرقية إلى قطع التيار الكهربي عن تسعة ملايين نسمة لمدة 24 ساعة. كانت هناك حرائق، وحالات نهب، وآلاف الاعتقالات، بجانب حكايات عن غرباء مدّوا يد العون إلى غيرهم. ونظرًا إلى تَأَثُّري الشديد بقدرة الكهرباء على تحويل حياة الناس، فقد اخترت التخصص في مجال الهندسة الكهربية.

بعد مرور أكثر من 30 عامًا، لا تزال منظومة الطاقة الكهربية في الولايات المتحدة تعاني من الأعطال على نطاق واسع. فخلال العقد المنصرم، أدت ظروف الطقس المفرطة في القسوة، والعواصف التي لم يسبق لها مثيل في شدتها ـ كإعصار كاترينا في عام 2005، وإعصار ساندي في عام 2012 ـ إلى حرمان ملايين السكان من الكهرباء لعدة أيام أو أسابيع. وتتراوح قيمة الخسارة التي يتحملها الاقتصاد الأمريكي بسبب انقطاع التيار الكهربي أو تعطله ما بين 80 و188 مليار دولار كل عام[1].

أعتقد أنه لتحقيق المرونة اللازمة لمنظومة الطاقة الكهربية في الولايات المتحدة، ينبغي أن تتحول المنظومة إلى «شبكة ذكيّة ذاتية القدرة على استرداد عافيتها»، بحيث يمكنها الكشف عن الاضطرابات التي قد تحدث؛ وعزلها، والتكيف لتقليل انقطاعات التيار الناجمة عنها لأدنى حد ممكن، إلى أن يتم إصلاح المشكلة. لقد استثمرت الصين بالفعل 7.3 مليار دولار، وسوف تنفق 96 مليار دولار أخرى بحلول عام 2020 على تقنيات شبكة الكهرباء الذكية الخاصة بها، وتأمين إمدادات الطاقة، وتقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون[2]. جدير بالذكر أنّ دول الاتحاد الأوروبي، وكوريا الجنوبية، والبرازيل، وغيرها من دول أمريكا الجنوبية تقتفي أثر الصين في هذا الصدد.

هناك ثلاثة عوامل تعوق إدخال تحسينات على منظومة الولايات المتحدة للطاقة الكهربية. أولًا: الانخفاض الشديد للاستثمارات في هذا المجال. فمنذ عام 2010، وجّهت خطة التحفيز التي أقرها الرئيس باراك أوباما 3.4 مليار دولار نحو شبكة الكهرباء الذكية في الولايات المتحدة؛ وأضافت الصناعة 4.3 مليار دولار أخرى. وسوف تكون التكلفة الكاملة حوالي 400 مليار ◄

دولار، أو ما يعادل 21 إلى 24 مليار دولار كل عام لمدة 20 عامًا (انظر: go.nature.com/it1ww3). كما أن فوائد شبكة الكهرباء الذكية تصل إلى ما بين 79 ـ 94 مليار دولار في العام، كما يمكن أن تقلل تلك التقنية من انبعاثات ثاني أكسيد الكربون بنسبة 12-18% بحلول عام 2030 (المرجع 2). ثانيًا: تمثل مطابقة العرض والطلب تحديات تقنية. وثالثًا: فإن تجزئة منظومة الطاقة الكهربية في الولايات المتحدة عبر الولايات والوكالات المموِّلة يعني أن التحسن سوف يتطلب وضع استراتيجية وطنية.

إذا اخترت بشكل عشوائي يومًا في الولايات المتحدة، ستجد ما يقرب من نصف مليون شخص يعاني من انقطاع الكهرباء لمدة ساعتين أو أكثر. وقد ازداد عدد مرات انقطاع التيار الكهربي الرئيسة في الولايات المتحدة بسبب الطقس من مرتين إلى خمس مرات ما بين الخمسينات والثمانينات، ثم ارتفعت هذه الأرقام بشكل كبير منذ ذلك الحين. فمن 2008 إلى 2012، كان هناك ما بين 70 و 130 انقطاعًا في العام، أي ما يشكل ثلثي العدد الإجمالي لمرات انقطاع التيار، مما أثَّر على ما يصل إلى 178 مليون عميل (عداد كهرباء)، حيث أثرت أنماط الطقس المتغيرة على بنية تحتية متهالكة (انظر: go.nature.com/vcaqqd).

ما زالت منظومة الطاقة الكهربية في الولايات المتحدة تعتمد على تقنيات تعود إلى فترة الستينات والسبعينات. ويحتل قطاع الكهرباء المرتبة قبل الأخيرة بين الصناعات الرئيسة في مجال البحوث والتطوير، حيث ينفق هذا القطاع كَمًّا ضئيلاً من صافي المبيعات، ويليه فقط قطاع صناعة اللب والورق. ففي الفترة من 2001-2006 أنفق قطاع الكهرباء للبحوث والتطوير 0.17% فقط من صافي مبيعاته، ولم يرتفع هذا الرقم منذ ذلك الحين. وقد صنَّف تقرير[3] نشره المنتدى الاقتصادي العالمي في عام 2011 ـ وهي منظمة غير ربحية ـ بنية الكهرباء التحتية بالولايات المتحدة في المرتبة 20 بين دول العالم في معظم الفئات التسع المستخدَمة في التقييم.

إن احتياجاتنا من الكهرباء تتغير وتنمو بشكل سريع. فعلى سبيل المثال.. يضيف استخدام شبكة التواصل الاجتماعي «تويتر»، والبنية التحتية التي تحتاج إليها في عملها، ما يزيد على 2500 ميجاواط ساعة من الطلب على الكهرباء كل عام، لم تكن موجودة قبل خمس سنوات، أي ما يعادل استهلاك مدينة تضم 825 ألف منزل. وإذا أضفت اعتبارات استخدام شبكة الإنترنت، كتليفزيون، وتشغيل الفيديو والألعاب عبر الإنترنت، وتحويل السجلات الطبية إلى سجلات رقمية، فسنحتاج إلى مضاعفة إمدادات الكهرباء في العالم ثلاثة أضعاف بحلول عام 2050؛ لمواكبة هذا الطلب المتزايد.

يمكن لشبكات الكهرباء الذكية تحديد الأوقات التي يبلغ فيها استهلاك العملاء للكهرباء ذروته، مما يسمح لشركات الكهرباء باستخدام تسعيرة تفاوت حسب العرض والطلب. وتشجع سياسة التسعير المتغيِّر المستهلكين على تغيير أوقات استخدامهم للكهرباء إلى الأوقات التي يكون الطلب عليها منخفضًا، بحيث يمكنهم استخدام الطاقة بصورة أكثر كفاءة.

تأتي الكثير من التقنيات ونظم التفكير المستخدمة في شبكات الطاقة التي لديها القدرة على استرداد عافيتها ذاتيًّا من قطاع الطيران الحربي. لقد عملت لسنوات عديدة على أنظمة الطيران التي تتكيف مع التلف لطائرة F-15 المقاتلة، بهدف تحسين الخدمات اللوجستية لأقصى حد، ودراسة بقاء أسراب تلك الطائرات. ففي يناير 1998، عندما انتقلت إلى معهد «بحوث الطاقة الكهربية» EPRI في بالو ألتو، كاليفورنيا، ساعدت في نقل تلك المفاهيم إلى منظومات الطاقة وشبكات البنية التحتية الحيوية الأخرى، بما في ذلك مجالات الطاقة، والمياه، والاتصالات السلكية واللاسلكية، والتمويل.

يوجد 16 برنامجًا لتطوير شبكات الكهرباء الذكية في مختلف المنظمات بالولايات المتحدة بقيمة تبلغ عدة مليارات من الدولارات من الاستثمارات سنويًّا. تشمل تلك البرامج معهد «بحوث الطاقة الكهربية»، ومؤسسة العلوم الوطنية في أرلينتون بولاية فيرجينيا، فضلًا عن الإدارات الأمريكية الخاصة بالأمن الداخلي، والطاقة، والدفاع. وهناك ما يزيد على 100 مشروع عام وخاص يعالج أنظمة الكهرباء ـ يتعلق العديد منهم بالعدادات الذكية ـ ولكن لا توجد هيئة تنسيقيّة لصنع القرار على المستوى الوطني.

تقسّم سلطة الولايات المتحدة على شبكات الكهرباء الذكية إلى قسمين، حيث تنظم اللوائح الفيدرالية الجزء الأكبر من منظومة الكهرباء، بينما تقع شبكة التوزيع تحت إشراف لجان المرافق العامة بالولاية. وتتبط اللوائح المحلية من دوافع أي شركة من شركات الكهرباء لقيادة أي جهد إقليمي أو وطني. كما تتحول السياسات الحكومية مع الدورات الانتخابية، داعمةً عدة أهداف مختلفة، كاستقلال الطاقة، والطاقة النظيفة، وحماية البيئة، وتوفير فرص العمل، وما إلى ذلك.

مع ذلك.. فالمسوّغ الاقتصادي واضح للعيان: يتجاوز المردودُ من استخدام تقنيات شبكة الكهرباء الذكية في الولايات المتحدة الأموالَ المستثمرة في تلك التقنيات حوالي 3-7 مرات، كما أن هذا التفوق ينمو مع كل دورة من دورات تحسين الشبكة. وبحلول مارس 2012، تم استثمار 2.96 مليار دولار في مشاريع شبكة الكهرباء الذكية بالولايات المتحدة، أنتجت 6.8 مليار دولار على الأقل، ودعمت 47 ألف فرصة عمل بدوام كامل، منها 12 ألف فرصة عمل مباشرة لدى الشركات المصنعة وموفري تقنية المعلومات والخدمات الفنية، والبقية لدى سلاسل التوريد، وما يتصل بها من خدمات.[4]

الشبكة ذاتية القدرة على استرداد عافيتها

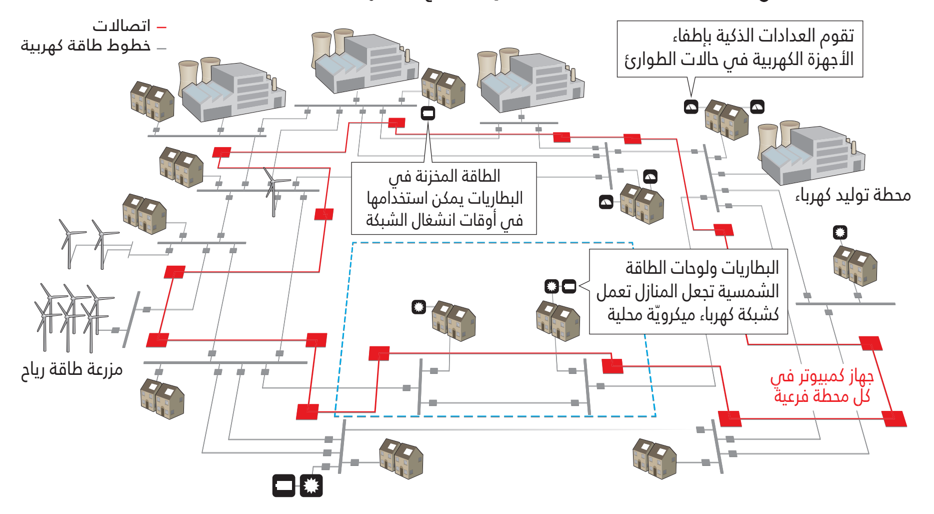
تتكون شبكة الكهرباء الذكية من سلسلة من الأنظمة الصغيرة المستقلة للطاقة، أو ما يُطلق عليها «شبكات الكهرباء الميكروية»، التي ترتبط فيما بينها بشبكة طاقة ذكية ذات جهد عالٍ كعمودها الفقري (انظر: «شبكة الكهرباء الذكية»). تشمل الخطوة الأولى في تحديث منظومة الكهرباء في الولايات المتحدة تركيب أنظمة استشعار برمجيّة آمنة، ومعالجات سريعة، وأجهزة أوتوماتيكية تنتشر عبر الشبكة بالكامل. وهناك حاجة إلى هذه التحديثات في كل مفتاح، وقاطع دائرة، ومُحَوِّل، وقضبان توصيل (الموصلات الضخمة التي تنقل الكهرباء من المولدات) للسماح لخطوط نقل الكهرباء بالتواصل فيما بينها. ينبغي استبدال ملايين المفاتيح الكهرومغناطيسية بدوائر إلكترونية من نوع الحالة الصلبة؛ للتعامل مع نقل عالٍ، قيمته 345 كيلو فولت أو أكثر.

بعد ذلك ينبغي تحسين الأنظمة المحلية لتوليد وتخزين وتوزيع الكهرباء؛ لزيادة الاكتفاء الذاتي للمستخدمين النهائيين. وعلى المدى البعيد، تضاف تقنيات توجيه التدفق لتسوية التقلبات والاختلافات بين العرض والطلب على الطاقة. وقد يتم توجيه الكهرباء في أوقات الذروة. وينبغي إعداد مسارات النقل لربط العملاء بمحطات جديدة لتوليد الكهرباء، بما في ذلك مزارع طاقة الرياح، ومحطات الطاقة الشمسية، وغيرها من مولدات الطاقة البديلة، التي يقع معظمها في مناطق بعيدة. أمّا أجهزة تخزين الطاقة الموجودة ضمن الشبكة، فيمكن أن تعوِّض التفاوت في التدفق، أوالجهد، أو التردد، عن طريق توفير أو امتصاص الطاقة.

«المردود من تقنيات شبكة الكهرباء الذكية في الولايات المتحدة يتجاوز الأموال المستثمرة في تلك التقنيات حوالي 3–7 مرات».

تحظى المفاهيم الجديدة فيما يتعلق بتقليل الفاقد من الطاقة أثناء التحويل ما بين التيار المتناوب والثابت باهتمام متجدد، خصوصًا في شبكات الكهرباء الميكروية، والخلايا الكهروضوئية الشمسية والبطاريات وأجهزة الحاسب التي تنتج أو تستخدم التيار الثابت، غير أن التيار يتم نقله إلى مسافات بعيدة بكفاءة أكبر على شكل تيار متناوب.

تختلف الحلول الفعّالة من حيث التكلفة حسب المنطقة، ومرفق الكهرباء، والمعدات، والمخاطر. فالمناطق الساحلية التي تُعَدّ عرضةً لاندفاع الأمواج والفيضانات قد تحتاج إلى إعادة بناء المحطات الفرعية تحت الأرض، بحيث تكون على السطح. أما في المناطق



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الداخلية، حيث ينجم معظم الضرر عن الرياح العاتية والأمطار، فيمكن دفن الخطوط الهوائية تحت الأرض.

إن الطلب المتزايد من العملاء، والسياسات الداعمة لفرص تجارية قائمة على الابتكار ستدفع السوق باتجاه التقنيات المطلوبة للتوليد والتخزين والتوزيع. وتُظْهِر استطلاعات الرأي تزايد اهتمام المستهلكين بأمور مثل كفاءة استخدام الطاقة، والطلب الرقمي عليها، وتكلفة انقطاع الطاقة. وبمجرد تساؤل الناس.. لماذا يحرمهم انقطاع التيار الكهربي من استخدام أجهزة الكمبيوتر الخاصة بهم، ستصبح مرافق توفير الطاقة تحت ضغط لإصلاح شبكاتها.

ينبغي أن يأخذ المُصَنِّعون، بدورهم، ملاحظات العملاء في الاعتبار ضمن خططهم للبحوث والتطوير، وأنْ يقوموا بتحسين التنسيق بين المعايير والتمويل والبحوث والتطوير؛ لخفض التكاليف، وتوسيع نطاق السوق. وعلى اتصال وثيق بذلك، ستكون هناك حاجة إلى تقنيات تمكينيّة، من بينها نظم إدارة الطاقة وتقنية الاتصالات. ويجب أن يكون بوسع نظم شبكات الكهرباء الذكية التفاعل عبر الشبكات الكهربية المركزية واللامركزية، ودعم خدمات متقدمة، مثل قياس الاستهلاك الصافي، وتجميع الأحمال، ومراقبة الطاقة في الوقت الحقيقي.

ستكون هناك حاجة إلى إطار للسياسات، يوفِّر حوافز للتعاون بين مرافق توفير الطاقة في الولايات من جهة، والوكالات الفيدرالية من جهة أخرى. ورغم أن بعض الأموال ستأتي من الخزانة العامة، فإنه ينبغي على الوكالات المنظِّمة تحفيز منتجي الكهرباء؛ للمشاركة في التخطيط للعملية وتمويلها. وينبغي تطوير الاستراتيجيات لجمع الأموال من خلال الضرائب، أو من خلال تعريفة استخدام الطاقة. ويجب إنشاء بنك وطني، يشترك فيه القطاعان العام، والخاص، ويستثمر في البنية التحتية لتمويل الإصلاحات والتحديثات، عن طريق إقراض الأموال على أساس مستدام، وفقًا لمقاييس للأداء.

إنّ شبكة الكهرباء الذكية سوف تعزِّز الصمود في مواجهة الظروف الجوية القاسية، وتقوِّي النمو الاقتصادي، من خلال تمكين التطور التجاري والتقني، حيث إنّ الاقتصاد الرقمي في القرن الواحد والعشرين يعتمد بشكل أساسي على هذه الاستثمارات. ■

مسعود أمين أستاذ الهندسة الكهربية وهندسة الحاسبات في جامعة مينيسوتا، مينيابولس. وهو يرأس اللجنة الفنية حول شبكات الكهرباء الذكية بجمعية أنظمة التحكم، التابعة لمعهد مهندسي الكهرباء والإلكترونيات.
البريد الإلكتروني:amin@umn.edu

1. Electric Power Research Institute. *The Cost of Power Disturbances to Industrial & Digital Economy Companies* (EPRI, 2002).
2. Pacific Northwest National Laboratory. *The Smart Grid: An Estimation of the Energy and CO2 Benefits* (PNNL, 2010); available at http://go.nature.com/vopsii.
3. World Economic Forum. *The Global Competitiveness Report 2011–2012* (WEF, 2011).
4. US Department of Energy. *Economic Impact of Recovery Act Investments in the Smart Grid* (DOE, 2013).



الأنابيب تنقل النفط من المِنَصّات في جزيرة إنديكوت في ألاسكا.

تكاليف باهظة لتغيُّر القطب الشمالي

سوف تكون للميثان المنبعث من ذوبان الجليد تأثيرات عالمية يجب نمذجتها بشكل أفضل، استنادًا إلى تأكيدات **جيل وايتمان**، و**كريس هوب**، و**بيتر وادامز**.

خلافًا لفقدان الجليد البحري، وتهديد الدببة القطبية، وزيادة أعداد البشر، هناك تجاهل للآثار الاقتصادية لظاهرة الاحتباس الحراري في القطب الشمالي.

تفترض معظم المناقشات الاقتصادية التي جرت حتى الآن أنّ انفتاح المنطقة سيكون مفيدًا. ويُعْتَقَد أن القطب الشمالي يشكِّل موطنًا لـ30% من الغاز غير المكتشَف في العالم، و13% من النفط غير المكتشَف، وأنّ مِنْ شأن طرق الشحن القطبية الجديدة أنْ تزيد من التجارة الإقليمية[1,2]. تقدِّر سوق تأمين «لويدز» لندن أنّ الاستثمارات في منطقة القطب الشمالي قد تصل إلى 100 مليار دولار في غضون عشر سنوات[3].

ويدرك البعض ـ مثل «لويدز»[3]، وشركة النفط الفرنسية العملاقة «توتال» ـ تكلفة الأضرار البيئية الناجمة عن هذه التنمية، كما أنّ مخاطر تسرُّب النفط في القطب الشمالي هي موضوع لجنة التحقيق الجاري حاليًا من قِبَل المجلس الوطني للبحوث في الولايات المتحدة. وما ينقص هذه المعادلة هو المنظور العالمي حول تغيُّر القطب الشمالي. لقد كانت النمذجة الاقتصادية للتأثيرات الناتجة على المناخ في العالم ـ بشكل خاص ـ ضحلةً.

نعتقد أن التكاليف المترتبة على ذوبان القطب الشمالي سوف تكون باهظة، لأنها منطقة محورية بالنسبة إلى تشغيل النظم الأرضية، كالمحيطات، والمناخ. فانطلاق غاز الميثان من ذوبان الجليد الموجود تحت بحر سيبيريا الشرقي، قبالة الساحل الشمالي في روسيا، سيكلِّف وحده في المتوسط سعرًا عالميًّا يعادل 60 تريليون دولار في ظل غياب إجراءات التخفيف. وهو مبلغ يمكن مقارنته بحجم الاقتصاد العالمي في عام 2012 (حوالي 70 تريليون دولار). هذا.. وسوف تكون التكلفة الإجمالية لتغيير منطقة القطب الشمالي أعلى من ذلك بكثير.

سوف تتحمل البلدان النامية معظم هذه التكلفة، التي ستواجه عوامل جوية متطرفة، وتراجعًا في الأحوال الصحية، وإنتاجًا زراعيًّا أقلّ عندما يظهر تأثير احترار القطب الشمالي على المناخ؛ وسوف يلحق الضرر بجميع الأمم، لا بتلك الموجودة في أقصى الشمال فقط. ويجب أن يهتم الجميع بالتغيرات التي سوف تحدث في هذه المنطقة. وسوف تكون هناك حاجة إلى مزيد من النمذجة؛ من أجل فهم أيّ المناطق وأيّ أركان الاقتصاد العالمي ستكون أكثر عرضةً للخطر.

قنبلة اقتصادية موقوتة

مع تَرَاجُع كمية الجليد البحري في القطب الشمالي بمعدّل لم يسبق له مثيل[4,5]، فإن ذوبان الجليد قبالة الشاطئ يُطْلِق غاز الميثان، حيث يوجد 50 جيجا طن من غاز الميثان ـ المخزون على شكل هيدرات ـ على الجرف السيبيري الشرقي في القطب الشمالي. ومن المرجَّح أن ينبعث مع ارتفاع درجة حرارة قاع البحر، إمّا بشكل ◄


JOSH HANER/THE NEW YORK TIMES/REDUX/EYEVINE

فقاعات غاز الميثان تخرج من رسوبيات تحت بحيرة ألاسكا المجمّدة.

◀ ثابت على مدى 50 عامًا، أو بشكل مفاجئ[6]. وسوف تسبِّب تركيزات الميثان المرتفعة في الغلاف الجوي تَسَارُع الاحترار العالمي، وتعجيل التغيرات المحلية القطبية الشمالية؛ مما سيسرِّع تراجع الجليد البحري، ونقصان انعكاس الطاقة الشمسية، وسرعة ذوبان الطبقة الجليدية في جرينلاند. وسوف يصل أثر التداعيات إلى أماكن بعيدة عن القطبين.

لتقدير التأثيرات التي سيسببها انطلاق الميثان من القطب الشمالي على الاقتصاد العالمي، استخدمنا PAGE09. وهو نموذج تقييم متكامل، يحسب آثار تغيُّر المناخ، وتكاليف إجراءات التخفيف والتكيُّف. وقد تم استخدام إصدار سابق من نموذج PAGE في العرض الذي قُدِّم إلى الحكومة البريطانية في عام 2006، تحت اسم (مراجعة شتيرن لاقتصاديات تغيُّر المناخ)؛ لتقييم تأثير انبعاثات غازات الدفيئة الاضافية على مستوى البحر، ودرجة الحرارة، ومخاطر الفيضانات والصحة والأحوال الجوية المتطرفة، مع أخذ عدم اليقين[7] في الحسبان. يقيّم هذا النموذج كيفية اختلاف صافي القيمة الحالية للآثار المناخية مع انبعاث أو حفظ كل طن من ثاني أكسيد الكربون.

جَرَّبْنا نموذج PAGE09 عشرة آلاف مرة؛ لحساب فترات الثقة، ولتقييم مدى المخاطر الناجمة عن تغيُّر المناخ حتى عام 2200، مع الأخذ بعين الاعتبار تغيّرات مستوى سطح البحر، والقطاعات الاقتصادية وغير الاقتصادية، وحالات الانقطاع، مثل ذوبان الطبقة الجليدية في كلٍّ من جرينلاند، والقسم الغربي من القطب الجنوبي (راجع المعلومات التكميلية من خلال: /go.nature.com rueid5). وقد قمنا بإجراء محاكاة لدفعات مقدارها 50 جيجا طن من الميثان، تنطلق في الغلاف الجوي لمدة عشر سنوات، بين عامي 2015، و2025، استنادًا إلى سيناريوهين قياسيين للانبعاثات. كان السيناريو الأول هو (العمل كالمعتاد): زيادة انبعاث ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات الدفيئة، دون وجود إجراءات التخفيف (وهو السيناريو الذي استخدمه الفريق الحكومي المشترك لإعداد التقرير الخاص المعني بتغيُّر المناخ التالي لسيناريوهات الانبعاثات A1B). أما السيناريو الثاني، فكان حالة (الانبعاثات المنخفضة)، حيث كانت هناك فرصة نسبتها 50% للحفاظ على متوسط ارتفاع درجة الحرارة العالمية أقلّ من درجتين مئويّتين. (سيناريو 2016r5low من مكتب الأرصاد الجوية في المملكة المتحدة). كما قمنا باستكشاف تأثير الدفعات الآجلة والأطول أمدًا، أو الدفعات الأصغر من غاز الميثان.

«هناك ثمن عالمي باهظ سيرافق التغيرات الطبيعية في القطب الشمالي».

في جميع هذه الحالات سوف يكون هناك ثمن عالمي باهظ سيرافق التغيرات الطبيعية في القطب الشمالي، على الرغم من المكاسب الاقتصادية قصيرة الأجل لشعوب القطب الشمالي وبعض الصناعات.

سوف تؤدي دفعات الميثان إلى اقتراب التاريخ الذي سيتجاوز فيه متوسط درجة الحرارة العالمية مستوياتها السابقة للثورة الصناعية بدرجتين مئويتين بحوالي 15 – 35 سنة، إلى عام 2035 في حالة سيناريو (العمل كالمعتاد)، وإلى عام 2040 في حالة الانبعاثات المنخفضة (انظر: «ميثان القطب الشمالي»). وسوف يؤدي هذا إلى ضرورة إنفاق مبلغ إضافي يبلغ مقداره 60 تريليون دولار (صافي القيمة الحالية) من متوسط تأثيرات تغيّر المناخ في حالة السيناريو غير المترافق بإجراءات التخفيف، أو 15% من متوسط التكلفة الإجمالية المتوقّعة لتأثيرات تغيّر المناخ (نحو 400 تريليون دولار). وفي حالة الانبعاثات المنخفضة، يبلغ متوسط صافي القيمة الحالية لتأثيرات تغيّر المناخ العالمي 82 تريليون دولار، دون انبعاث غاز الميثان؛ أما مع انبعاثه، فلا بد من إضافة مبلغ إضافي قدره 37 تريليون دولار، أو 45% (انظر: «معلومات تكميلية»). هذه التكاليف ستبقى دون تغيير، بغضّ النظر عن تأخُّر انبعاث غاز الميثان لمدة تصل إلى 20 عامًا، إذا ابتدأ في عام 2035، بدلًا من عام 2015، أو استمراره على مدى عقدين أو ثلاثة عقود، بدلًا من عقد واحد. إنّ اندفاع 25 جيجا طن من غاز الميثان له نصف تأثير اندفاع 50 جيجا طن منه.

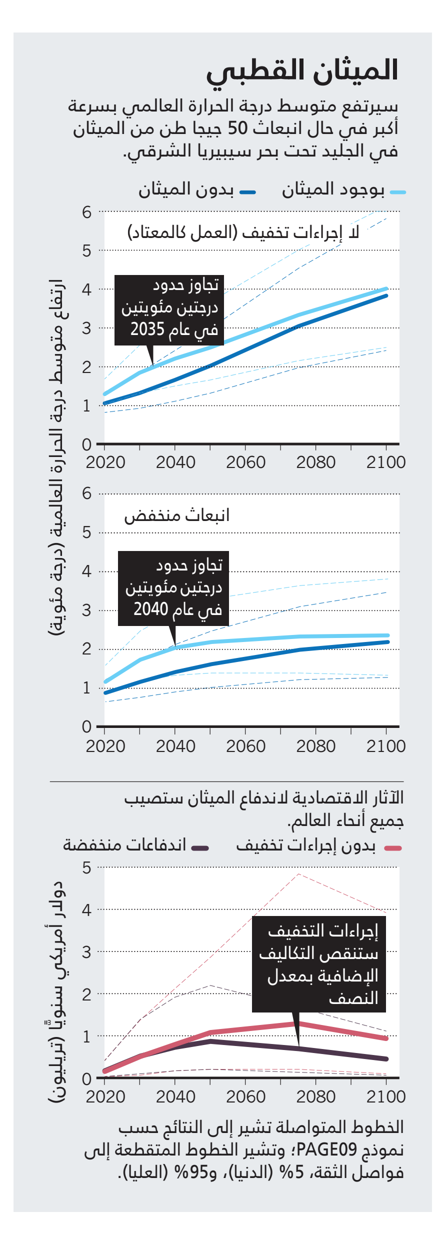
سوف تُوَزَّع العواقب الاقتصادية على جميع أنحاء العالم، لكن النماذج تُظْهِر أن حوالي 80% منها سوف تؤثر على الاقتصادات الأكثر فقرًا في أفريقيا، وآسيا، وأمريكا الجنوبية. كما أن الميثان الاضافي سيضخِّم من فيضانات المناطق المنخفضة، والإجهاد الذي تسببه الحرارة الشديدة، والجفاف، والعواصف.

مشكلة عالمية

إن الآثار الكاملة لظاهرة الاحتباس الحراري في القطب الشمالي، التي تشمل ـ على سبيل المثال ـ تحمُّض المحيطات، وتغيُّر التيارات الدورانيّة في المحيط في الغلاف الجوي، سوف تتجاوز بكثير تقديراتنا لتكلفة انبعاث غاز الميثان وحده.

لمعرفة التكلفة الفعلية.. نحن بحاجة إلى نماذج أفضل؛ لدمج الاستجابات التي لم يتم تضمينها في PAGE09، مثل ربط امتداد جليد القطب الشمالي بارتفاع متوسط درجة الحرارة في القطب الشمالي، وارتفاع مستوى سطح البحر عالميًّا، وتحمُّض المحيطات، بالإضافة إلى تضمين التقديرات الاقتصادية لتكاليف وأرباح الشحن. كما يجب أن يُوضَع موضوع تطوير النفط والغاز في القطب الشمالي في الحسبان ـ على سبيل المثال ـ تأثيرات الكربون الأسود الناجم عن الشحن وحرق الغاز، الذي يمتص

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الخطوط المتواصلة تشير إلى النتائج حسب نموذج PAGE09؛ وتشير الخطوط المتقطعة إلى فواصل الثقة، 5% (الدنيا)، و95% (العليا).

الإشعاع الشمسي، ويسرِّع ذوبان الجليد.

إن تقسيم الأرقام التي تشير إلى التأثير الاقتصادي العالمي على البلدان وقطاعات الصناعة من شأنه رفع الوعي نحو مخاطر محدَّدة، ومن ضمنها الفيضانات الناجمة عن ارتفاع منسوب البحر في دول الجزر الصغيرة أو المدن الساحلية، مثل نيويورك. أما الاقتصادات المتوسطة، مثل تلك الموجودة في أوروبا والولايات المتحدة، فقد تكون مهددة ـ على سبيل المثال ـ عن طريق الارتباط المقترَح بين تراجُع الجليد البحري، وقوة التيارات النفاثة وموقعها[8]، التي تجلب البرد القارس، والجو الربيعي. ويُعتقد أن المواقع غير العادية من التيارات النفاثة فوق المحيط الاطلسي قد تسببت في موجة البرد التي طال أمدها هذا العام في أوروبا.

إن تحليلًا متكاملًا كهذا لتغيّرات القطب الشمالي يجب أن يدخل في المناقشات الاقتصادية العالمية، لكنّ المنتدى الاقتصادي العالمي (دافوس) ـ في تقرير المخاطر العالمية الصادر عنه ـ وكذلك صندوق النقد الدولي ـ في تقرير آفاق الاقتصاد العالمي[9] ـ لا يعترفان بالتهديد الاقتصادي المحتمَل بسبب التغيّرات الحادثة في القطب الشمالي.

في عام 2012، عيّن المنتدى الاقتصادي العالمي مجلس جدول أعمال عالمي للقطب الشمالي، ملاحِظًا تزايُد الأهمية الاستراتيجية لأقصى الشمال، ومشيرًا إلى الحاجة إلى حوار غير رسمي بين زعماء العالم. وهذه الخطوة موضع ترحيب، لكنّ المطلوب هو مزيد من العمل. ويجب أن يُطلِق المنتدى الاقتصادي العالمي صافرة بدء الاستثمار ضمن نموذج اقتصادي دقيق. ويجب أنْ يطلب من زعماء العالم النظر في القنبلة الاقتصادية الموقوتة التي تختفي وراء المكاسب قصيرة الأجل، التي سيُدِرُّها الشحن والاستخراج.

كما يجب على المنتدى الاقتصادي العالمي أيضًا تشجيع التكيُّف المبتكر، وخطط التخفيف من آثاره. وسيكون من الصعب - وربما من المستحيل - تجنب الانبعاث الشديد لغاز الميثان في بحر سيبيريا الشرقي، دون إنقاص الانبعاثات العالمية من غاز ثاني أكسيد الكربون بشكل كبير. وبالنظر إلى أن غاز الميثان ينشأ بسبب الاحترار المحلي في قاع البحر، فعندئذ يمكن لإنقاص ترسبات الكربون الأسود على الثلوج والجليد أن يقتنص بعض الوقت الثمين[10]، لكن العوامل غير المعروفة يمكن أيضًا أن تعني أنّ تقديراتنا للتأثيرات تتسم بالتحفُّظ. ويمكن للميثان المتشكِّل بانفجار مفاجئ أن يستمر وجوده في الغلاف الجوي لفترة أطول، مسبِّبًا تغيّرات أسرع في درجات الحرارة مما لو كان انبعاثه قد حدث تدريجيًّا.

إن علوم القطب الشمالي هي أحد الأصول الاستراتيجية للاقتصادات الإنسانية، وذلك لأن هذه المنطقة ستجلب آثارًا حاسمة على أنظمتنا الفيزيائية الحيوية والسياسية والاقتصادية. وبدون إدراك هذا المنطلق؛ لن يتمكن القادة ورجال الاقتصاد في العالم من رؤية الصورة الكبيرة. ■

جيل وايتمان أستاذة الاستدامة والإدارة والتغيرات المناخية في جامعة إيراسموس بروتردام، هولندا. **كريس هوب** قارئ لنمذجة السياسات في كلية جَدْج للأعمال، جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة. **بيتر وادامز** أستاذ فيزياء المحيطات في جامعة كمبريدج بالمملكة المتحدة.

البريد الإلكتروني: gwhiteman@rsm.nl

1. Gautier, D. L. *et al. Science* **324,** 1175–1179 (2009).
2. Smith, L. C. & Stephenson, S. R. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **110,** E1191–E1195 (2013).
3. Emmerson, C. & Lahn, G. *Arctic Opening: Opportunity and Risk in the High North* (Chatham House–Lloyd's, 2012); available at http://go.nature.com/ruby4b.
4. Wadhams, P. *AMBIO* **41,** 23–33 (2012).
5. Maslowski, W., Kinney, J. C., Higgins, M. & Roberts, A. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* **40,** 625–654 (2012).
6. Shakhova, N. E, Alekseev, V. A, & Semiletov, I. P. *Doklady Earth Sci.* **430,** 190–193 (2010).
7. Hope, C. *Clim. Change* **117,** 531–543 (2013).
8. Francis, J. A. & Vavrus, S. J. *Geophys. Res. Lett.* **39,** L06801 (2012).
9. International Monetary Fund. *World Economic Outlook* (IMF, 2013).
10. Shindell, D. *et al. Science* **335,** 183–189 (2012).

انظر حولك، ثم انطلِق

«يمكن للكم الهائل من المقررات الدراسية المفتوحة والمتاحة الآن على الإنترنت أن يوفر التعليم العالي للناس بشكل أكبر، وأن يجعله أكثر فعالية وشمولاً ، إذا تم نشرها مع أخذ الحيطة الواجبة» **مايكل إم كرو.**

إن رد فعل العديد من الأوساط الأكاديمية ووسائل الإعلام لتوفر الكم الهائل من «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» MOOCs، مما يتيح للملايين من طلبة العلم الوصول إليها بِحُرِّيّة، يذكِّرنا بالهستيريا التي قابَلها الغزاة الغرباء في أفلام الخيال العلمي «بالب» في حقبة الخمسينات. إنّ الناس يخشون ما يجهلون.

تَمَثَّلَ ردُّ فعل أكثر منطقية في رسالة مفتوحة لاقت رواجًا كبيرًا أرسلها في شهر إبريل أعضاء قسم الفلسفة في جامعة سان جوزيه في ولاية كاليفورنيا إلى مايكل ساندل، وهو أستاذ الحوكمة بجامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس (انظر: go.nature.com/7n9tgi). أوضحت الرسالة رفض إطلاق نسخة تجريبية من مقرر دراسي تفاعلي لساندل عن العدالة الاجتماعية على الإنترنت. كان المقرر قد تم عرضه من خلال خدمة «edX» غير الربحيّة؛ لتوفير «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» التي



أسستها جامعة هارفارد ومعهد ماساتشوستس للتقنية بكمبريدج، ماساتشوستس. يمزج هذا المقرَّر ما بين التعلم عبر الإنترنت، وحضور فصول دراسية. وقد ذكر فلاسفةُ الجامعة أن «الانتقال إلى تقنية (المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت) يمثل خطرًا جسيمًا على جامعتنا»، وينذر بـ«انخفاض جودة التعليم بدرجة خطيرة». وفي شهر مايو الماضي، أعرب 58 عضوًا بكلية الآداب والعلوم بجامعة هارفارد عن مخاوف مماثلة حول تقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» في رسالة إلى عميدهم، قائلين إنهم «يشعرون بقلق عميق» بشأن «تأثير توفير ◄


ILLUSTRATIONS BY CHRIS RYAN/NATURE

◄ المقررات على الإنترنت على منظومة التعليم العالي ككل (انظر: go.nature.com/tiru87).

تعكس هذه الرسائل الازدواجية الموجودة في الأوساط الأكاديمية تجاه الانتقال من أساليب التعليم والتعلم ـ القائمة على تقنيات الكلمة المطبوعة من القرن الخامس عشر ـ إلى تقنيات القرن الواحد والعشرين التفاعليّة التي توفر إمكانات التعلم الشخصي التكيُّفي على نطاق غير محدود. لقد احتضن المجتمع الإنترنت كوسيلة بديهية للتعلم الفردي، والتمكين الشخصي، والتطور الثقافي، بل وفي الآونة الأخيرة.. الثورات. إن الأشخاص الذين وُلدوا بعد عام 1990 لم يعرفوا الحياة بدون الإنترنت. وشبكة الإنترنت تمثل بالنسبة إليهم جزءًا لا يتجزأ من أسلوبهم في التعلم، كما هي بالنسبة إلى حياتهم الاجتماعية. لقد تغيرت، وإلى الأبد، جميع جوانب التعليم، ابتداءً من الحصول على المعلومات إلى التعلم التكيُّفي، وذلك بفضل تقنية كان يعتبرها أكاديميون وطنيُّون بارزون ـ منذ عشرين عامًا فقط ـ مجرد لحظة جنون عابرة.

لقد ولّدت الوتيرة المتسارعة للتغيّرات التقنية كثيرًا من التحليل الذاتي حول الكيفية التي سوف تغيِّر بها المقررات التي يتم توصيلها عبر الإنترنت فنَّ التعلم. يشعر البعض بالقلق مِنْ أنَّ أستاذًا واحدًا يجلس على جهاز كمبيوتر سوف يدرِّس ـ على سبيل المثال ـ كل مقررات الاقتصاد الجزئي في بلد بأكمله. يتخيل آخرون أن تشارلز داروين عصريًّا، رجلًا كان أم امرأة، سيقوم ـ بعبقريته ـ بتحويل طريقة تدريس علم مبادئ الأحياء إلى المستوى الجامعي، ولكنّ فن التعلم قد تغيَّر تمامًا بالفعل، فمنذ عشر سنوات تقريبًا يتمتع الطلاب بإمكانية الوصول الفوري إلى كَمٍّ غير محدود من المعلومات من أي شخص، ومن أي مكان في العالم. لقد غيّر ذلك كل الافتراضات حول التسلسل الهرمي الأكاديمي، والسلطة الكاريزميّة، والعمليات التربويّة، وبِنْيَة مجتمع التعلم.

لا يزال العاملون في الأوساط الأكاديمية يعالجون الآثار المترتبة على التعلُّم الرقمي على الساحة الشاسعة والمتنوعة للتعليم العالي، حيث يدرس طلاب من جميع الخلفيّات الاجتماعية والاقتصادية في مؤسسات تعليمية تتراوح ما بين كليات مجتمع إلى جامعات رائدة في مجال البحوث على مستوى العالم. ونظرًا إلى أنّ الكليات والجامعات تثقِّف القادة والخبراء في كل مجالات النشاط الإنساني، وتقوم بجزء كبير من أنشطة البحوث على مستوى العالم، فينبغي علينا قيادة وتشكيل هذه الثورة، وليس التراجع عنها، إذا أردنا تجنُّب خنق الابتكار.

«ينبغي علينا قيادة وتشكيل هذه الثورة، وليس التراجع عنها، إذا أردنا تجنُّب خَنْق الابتكار».

مِنْ بِدْعَةٍ إلى ثورة

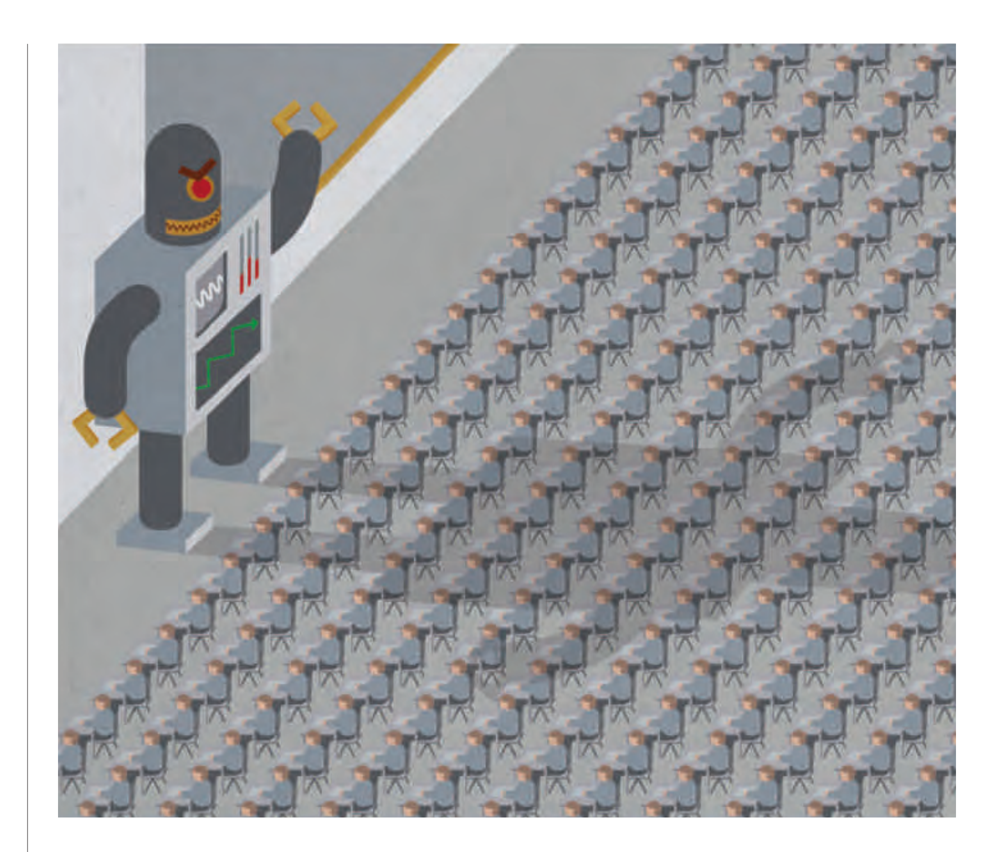
كانت تقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» تلوح في الأفق منذ عقدين من الزمان. ففي عام 1993، عندما كنت عضوًا بهيئة التدريس، ونائب مدير الجامعة للأبحاث بجامعة كولومبيا في نيويورك، استضفت اجتماعًا لزوّار من جامعة إلينوي، كانوا قد طوّروا وسيلة لربط أجهزة الكمبيوتر، تعمل بأنظمة تشغيل مختلفة، وفي أماكن مختلفة . كان أحد الزوار ـ وهو مارك آندرسن ـ الطالب والمساعد الفني في ذلك الوقت. استمر آندرسن في العمل، فشارك في تطوير «موزايك»، أول متصفح للويب ينتشر على نطاق واسع، حيث ساعد على حدوث طفرة الإنترنت في التسعينات. لقد رفض معظم أعضاء هيئة التدريس ـ الذين حضروا الاجتماع من جامعة كولومبيا ـ فكرة الإنترنت، باعتبارها بدعة. القليل منا كان يتخيل أن هذا الابتكار التقني يمكن أن يؤدي إلى تمكين وتسريع كَشْف المعرفة ونشرها.

خلال السنوات القليلة التالية، أشرفتُ على استثمار جامعة كولومبيا في العشرات من المجموعات من أعضاء هيئة التدريس التي ركزت على التعلم الرقمي. وفي عام 2000، أطلقنا موقع Fathom.com، وهي منصة تفاعلية تقدِّم محتوى أكاديميًّا مجانيًّا والمئات من المقررات الدراسية التي توفرها مجموعة من نحو 15 جامعة ومؤسسة ثقافية رائدة في العالم. ويمكن القول إنها كانت مقدِّمة مبكرة لتقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت». وبحلول عام 2002، سجَّل حوالي 45000 طالب في مقررات الموقع على الإنترنت.

ظلت تلك المنصة على الإنترنت لنحو ثلاث سنوات، لكنها كانت بطيئة في توليد دَخْل مالي، كما أنها عانت بشدة من القيود بسبب عرض النطاق الترددي المحدود للإنترنت في ذلك الوقت، وكذلك نتيجة الارتباك الثقافي فيما يتعلق بالغرض منها، حتى بين أعضائها. ففي النهاية، أليس من المفترض أن يتم التعلم وجهًا لوجه، في بيئة غنية بالحديث والتفاعل؟ في ذلك الوقت، كان ذلك الشيء البطيء، المتقطِّع، الذي لايمكن الاعتماد عليه غالبًا، والذي يُدعى الإنترنت، يفتقر إلى قدرة تفاعليّة كافية.

بعد مرور عقدين من الزمن على ذلك الاجتماع في جامعة كولومبيا، وأكثر من عشر سنوات على إطلاق موقع Fathom.com، فإنه يحيّرني أن شكوكًا مماثلة في إمكانية الحصول على تعلم مُحَسَّن عن طريق الإنترنت لا تزال تنتشر بين بعض أعضاء هيئة التدريس، حتى في الوقت الذي يتبنى فيه العديد من الجامعات الرائدة في العالم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



أسلوب التعلم عن بُعد عبر الإنترنت كمنصة مفيدة، ويلتحق فيه الملايين من المتعلمين في جميع أنحاء العالم بأنظمة «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت». غير أن مقررًا تم تطويره من قِبَل مجموعة من أعضاء هيئة التدريس، وعُرض من خلال برنامج للحصول على درجة علمية عبر الإنترنت لا يُعتبر كمقرر من «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت»، ويجب علينا ملاحظة هذا التمييز، إذا أردنا استيعاب تأثير تلك التقنية.

بالنسبة إلى الطلاب المحظوظين بما فيه الكفاية للالتحاق بجامعات بحثية، وبكليات الفنون والآداب، يتم تقديم أفضل تعليم في المرحلة الجامعية في بيئة تعزِّز الاكتشاف، وتغمر الطالب بجَوّ التعلم. ويمكن للمقررات المتاحة على الإنترنت، إذا ما صُمِّمت ونُفِّذَت بشكل صحيح، أنْ توفِّر عنصرًا مكملًا ومهمًّا. وبالنسبة إلى طلاب آخرين - كأولئك الذين يعيشون في مناطق معزولة مثلاً، أو الذين بدأوا الدراسة في وقت متأخر من حياتهم العملية - توفِّر المقررات أو برامج الحصول على درجة علمية عبر الإنترنت بديلاً للتجربة التقليدية للدراسة الجامعية. ورغم أن المقرَّر بالطبع ليس منهجًا، والمنهج ليس درجة علمية، والدرجة العلمية لا تنتج تلقائيًّا - بالضرورة - متعلِّمًا مُتَمَكِّنًا وقابلاً للتكيف، فإن قدراتنا المتطورة على تحسين الكتب المدرسية من الماضي هي أمر جيد بالنسبة لأعضاء التدريس والطلاب في كليات المجتمع تمامًا، كما هو الحال بالنسبة إلى أولئك الموجودين في الجامعات الرائدة.

يكمن الجانب الثوري من تقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» في قدرتها على الوصول إلى الملايين من المتعلمين الذين لم يلتحقوا بكليات أو جامعات. ويبدو من المفارقات أن المؤسسات الأكاديمية التي أصبحت الأكثر انتقائية من حيث ممارسات القبول، والأكثر تأثيرًا في مجال البحوث هي نفسها التي أخذت خطوات رائدة في تقديم خدمات «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت»، التي وضعها أساتذتها لفائدة الملايين من الطلاب. والواقع أنّ هذا الانتقال من فرص الوصول المحدودة إلى سوق التعليم الجماعي يتّسق مع قيم تلك الجامعات؛ حيث يوسِّع مدى تأثيرها المجتمعي. أعتقدُ أنَّ التعلم عبر الإنترنت سيُمَكِّن من خلق بيئات للتعليم متعددة التخصصات، عالية السرعة، وربما أكثر فعالية، وذلك في جميع أنحاء العالم.

كل حالة على حدة

كرئيس لجامعة ولاية أريزونا ـ وهي جامعة بحوث عمومية كبيرة. لديها أربعة فروع في منطقة فينيكس الحضرية ـ أشعر بالتفاؤل حول إمكانية أن يؤدي التعلم عبر الإنترنت إلى تمكين وصول أوسع إلى أعلى مستويات



التفوق الأكاديمي. لقد احتضنت جامعة ولاية أريزونا تقنية التعلم عبر الإنترنت، كما أنها توفر برامج على الإنترنت بالكامل لمَنْح درجة البكالوريوس والدراسات العليا. وأعضاء هيئة التدريس هم المسؤولون عن محتوى المقررات، ويقومون بتكملة التعليم عبر الإنترنت بالتفاعل الشخصي. تقوم مِنَصّات تعليمية تفاعلية بتجزئة المحتوى الدراسي، وتقديمه إلى الطلاب بالوتيرة الأمثل، وبالتسلسل المطلوب، بينما توفِّر تقارير تفصيلية حول أداء كلٍّ من الطلاب والأساتذة. هدفنا هو خلق بيئة يمكن فيها للشخص تعلم أي شيء، وبالتالي يجب علينا أن نستغل كل أداة، وآلية، وسيلة. ويبقى التحدي الذي يواجه جامعة ولاية أريزونا ـ كغيرها من الجامعات الأخرى ـ يتمثل في تقييم مدى ملاءمة تقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» لمناهج وبرامج الدرجات العلمية، وتحديد ما إذا كان ينبغي المُضِيّ قُدُمًا في تنفيذها، وكيفية القيام بذلك. ولسوف يتحقق هذا التقدم حتمًا على أساس كل حالة على حدة.

بِغَضّ النظر عن أيّ تخوُّف حول التعلم عبر الإنترنت، هناك الآن فرصة سانحة لتجاوز حدود (الحكيم على المسرح). ويمكن للتعلم عبر الإنترنت - بما في ذلك تقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت»- تمكين وتسريع تعلُّم أعمق أو أوسع في موضوعات بعينها، ومن ثم تكميل طرق التعلم وجهًا لوجه، أو طرق التعلم كفريق. وحيثما كان استخدام شبكة الإنترنت مناسبًا، تمثل تقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» طريقة مباشرة وبسيطة لوضع المحتوى الجيد أمام الكثير من الطلاب في الوقت نفسه، ومن ثم السماح بنشر الموارد النادرة، حيث تشتد الحاجة إليها: في خلق فرص التعليم والتعلم، واكتشاف البيئات التي يمكنها تثقيف الملايين، وتحديد المستويات اللازمة لضمان نجاح واستمرار التكيف في المستقبل.

ينبغي إبداء ملاحظة تحذيرية واحدة: سيكون من السذاجة اعتبار تقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» حلًّا سريعًا لاحتواء التكاليف، الذي يُعدّ ـ في حد ذاته ـ مطلبًا بالغ الأهمية، إذا ما أُريد توفير العدالة الاجتماعية في نظام التعليم العالي. يمكن لأستاذ بجامعة تقبل فقط نخبة من الطلاب المتميزين، مثل جامعة كولومبيا، ووضع مقرره على الشبكة ضمن نظام «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت»، ومن ثم يتسنى للطلاب في الجامعات العمومية الأكبر دراسة هذا المقرر، بدلاً من المقرر المعادل له في جامعتهم، وبالتالي يتم تقليص الكليات والتكاليف، لكن إنتاج المتعلم الرئيس التكيفي سيتطلب دائمًا التفاعل مع المعلمين.. العلماء المبدعين والقائمين بالرعاية، المتمثلين في أعضاء هيئة التدريس. ويمكن أن يكون دمْج أدوات التعلم التفاعلية على الإنترنت ـ مثل نظام «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت» ـ مفيدًا، لكنّ وسائل التدريس المنفصلة هذه ليست بديلًا عن التفاعل مع المعلم.

لا يسعني إلا أنْ آمُل في خِضَمّ حماسنا لتقنية «المقررات الدراسية المفتوحة على الإنترنت»، ألّا يفوتنا أن نظر حولنا قبل أن نقفز إلى واقع مرير، يتم فيه التدريس للجماهير العريضة بواسطة روبوتات، بينما يقوم على التدريس للموهوبين والأثرياء أساتذة أحياء يتنفّسون. إننا بحاجة إلى أن نصل ـ في نهاية المطاف ـ إلى عالَم تسهِّل فيه التقنية ـ مرة واحدة وإلى الأبد ـ الوصولَ إلى التعليم العالي، عن طريق خفض تكلفته، وتعزيز أثره في مجتمعاتنا الكبيرة والمتنوعة. ■

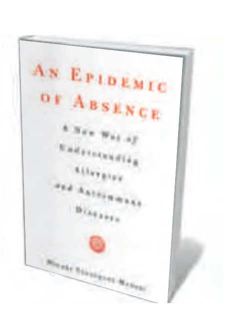
مايكل إم كرو رئيس جامعة ولاية أريزونا، تيمب، أريزونا 85287، الولايات المتحدة الأمريكية. وقد شغل سابقًا منصب نائب رئيس المجلس التنفيذي، وأستاذ سياسات العلوم بجامعة كولومبيا في نيويورك.
البريد الإلكتروني: michael.crow@asu.edu



ILLUSTRATIONS BY MARK SMITH



مع اقتراب حلول العطلة السنوية، والخروج من المختبرات وقاعات المحاضرات.. يقدِّم محرِّرو ونقّاد «نيتشر» اقتراحاتهم لبعض القراءات الجذّابة لفصل الصيف.



وباء الغياب: طريقةٌ جديدة لفهم أمراض الحساسية وأمراض المناعة الذاتية

مواسيز فيلاسكويز-مانوف، سكريبنر: 2012.

إنّ اتزان القوة هو أمرٌ مهمٌّ للسياسة، كأهميّة قوة الاتزان لأجهزة الجسم البشري. يمتلئ كتاب ‹‹وباء الغياب›› بطرق لا تُعَدّ ولا تحصى، تصف كيف يمكن أن يختل هذا الاتزان.

تفوق أعداد البكتيريا أعداد خلايا أجسادنا بقيمة أُسِّيَّة (ضخمة جدًّا). ويُلْقِي مواسيز فيلاسكويز-مانوف نظرةً فاحصةً على عالم داخلي أكثر تنوعًا، رابطًا بين القضاء على الطفيليات والكائنات المجهرية، والإصابة ببعض الأمراض، حيث يوضح كيف أنّ التعرّض للملاريا قد يمنع الإصابة بمرض التصلّب المتعدِّد، وكيف أن البكتيريا ‹‹ الملوية البوابيّة›› *Helicobacter Pylori* قد تقلّل من خطرالإصابة ببعض أنواع الأورام، وإنْ كانت ـ في المقابل ـ تزيدها في أنواع أخرى.

إنّ هذه القصة المسوَّغ لها بشكل جميل، والمدروسة بشكل دقيق ألهمتني لتكييف عيادتي بما يتواءم مع رؤيتها. فلدينا الكثير لنتعلّمه عن إمكانية العلاج بالكائنات التكافليّة.

لقد فتح فيلاسكويز-مانوف بابًا جديدًا على أصدقاء قدامى، وقد يكون لهذا العالَم المدهش الذي بداخل كل منّا دور في تحوير الطب الحديث.

ديفيد كاتز المديرالمؤسِّس لمركز أبحاث الوقاية في جامعة ييل في ديربي، كونيتيكت، ومؤلف كتاب ‹‹برهان المرض››



الأرقام الرديئة: كيف خدعتنا الإحصاءات التنمويّة الأفريقية، وماذا عسانا أن نفعل حيال ذلك؟

مورتن جيرفن، مطبعة جامعة كورنيل:2013.

يستعين العلماء ـ بشكل متزايد ـ بقواعد البيانات الإحصائية الضخمة التي تخص عددًا من الهيئات الدولية عند اختبارهم لفرضياتهم المفضلة فيما يتعلّق بمجال مراقبة مستوى النمو والتطوّر الاقتصادي، لكنّهم قد يراجعون موقفهم بعد قراءة كتاب ‹‹الأرقام الرديئة››.

يقوم مورتن جيرفن بإزالة الغموض المحيط ‹‹بالناتج المحلي الإجمالي›› لتطويرالدول الأفريقية، ويبحث في سبب عدم دقة هذه الإحصاءات وانحرافها منهجيًّا. ويروي لنا قصصًا تقشعّر لها الأبدان، عندما كان يحاول الوصول إلى البيانات الأوليّة الموجودة في إحصائيات المؤسسات الدولية، التي كانت تتملّص من طلبه، أو ترفضه بشكل صريح. وقد خلص إلى أن الأرقام التي تخص الناتج المحلي الإجمالي هي نتيجة مفاوضات بين مكاتب الإحصاء الوطنية، والبنوك المركزية، ووزارات المالية، والمتبرعين. وجميعهم يتفقون على أنّ دورالقياسات الفعليّة محدود للغاية في هذه الأرقام.

يقدِّم هذا الكتاب نظرةً رائعة لكل مَنْ يهتم بالدورالذي تلعبه الأرقام في العلوم الاجتماعية. وربما يتوجّب على مستخدمي قواعد البيانات الاقتصادية العالمية قراءة هذا الكتاب الرائع.

مونيك بورجرهوف مولدر أستاذ الأنثروبولوجيا في جامعة كاليفورنيا، ديفيز، الولايات المتحدة الأمريكية.

اختيارات المحررين

1 **عدوى غير متوقَّعة:** ديفيد كوامن

2 **السؤال المُلِحّ:** مايك بيرنز لي، ودنكان كلارك رفيع



تاريخ الفضاء: مواجهة الحَدّ الأقصى

نيل دي جراس تايسون
دبليو. دبليو. نورتون: 2012.

عادةً ما تعاني أبحاث العلوم الأساسية الإهمال في الأوقات العصيبة، على الرغم من أنها تحث على الابتكار والإلهام اللذين باستطاعتهما رفع الاقتصاد من وَحْل الركود. يقوم عالِم الفيزياء الفلكية، والمروِّج للعلوم الأكثر إمتاعًا، نيل دي جراس تايسون، بحملة عنيفة؛ لإقناع الجميع بالفوائد السياسية والاقتصادية والأمنية لاستكشاف الفضاء وأبحاثه.

وقد حُدِّثَتْ المقالات المدروسة والرصينة التي يتضمّنها كتاب ‹‹تاريخ الفضاء›› بخطابات تايسون السابقة، ومقالاته، وأعمدته في مجلة ‹‹التاريخ الطبيعي››. وتركِّز رسائله المثيرة والواقعية غالبًا على فشل علماء الفضاء ومؤيديهم في توضيح أهمية العمل الذي يقومون به. ويرى تايسون إمكانية تغيير مسار خطط خفض الميزانية من خلال توضيح العلاقة الوثيقة التي تربط العلم بالمعرفة الشخصية، وبالأجندات السياسية والمُجتَمَعِيّة، كمعرفة القراءة والكتابة، والأمن، والاحترام الوطني. يقول تايسون في كتابه «يالها من رفاهية متناهية»، ويردف قائلًا: «يُحْزِن البعض أنّ وكالة ناسا تنفق القليل على العلم، لكنْ لا يخطر على بال هؤلاء المتذمِّرين أنّ الحقيقة هي أنّه لولا القياديون الجيوسياسيون؛ لما كانت علوم ناسا على الإطلاق».

جيم بِل أستاذ في كليّة استكشاف الأرض والفضاء في جامعة ولاية أريزونا، تيمب، ورئيس جمعية علم الكواكب الكائنة في باسادينا، كاليفورنيا.



المبادئ الرياضيّة للفلسفة الطبيعية

إسحاق نيوتن 1687.

لقد كنتُ مستعدًا لإعادة قراءة مبادئ إسحاق نيوتن العظيمة مرةً أخرى، لأكتشف عندها أنّ محاولته الأولى في تتبّع مذنب كانت ضمن قياسات دقيقة، ولكنّها في المكان الخاطئ من السماء. وهذه الغلطة المثيرة للضحك جعلت من نموذجه عملاً أكثر روعةً.

إنّ هذا الكتاب ليس كمنشور شفاف نستطيع رؤية الحقيقة من خلاله، فرسوماته البيانية المجردة، وعرضه للقوانين يخفيان وراءهما سنوات طويلة من الجِدّ والمثابرة في جمع البيانات. ربما أتاه الإلهام هناك أسفل شجرة التفاح، لكن هذا العالِم المُحِبّ للقراءة كان أيضًا حِرفيًّا ماهرًا، فكان يصقل مراياه، ويبني الأفران لتجاربه الكيميائية بنفسه. وقد صوّر نفسه ينظر نحو محيط من الحقيقة، لكنّه لم يرَ الساحل الإنجليزي قط، وتعامل ببراعة مع المشاهَدات غيرالموثوقة التي يتلقّاها من شتى أنحاء العالم.

يتباهى نيوتن بنفسه في الطبعة الثانية من الكتاب، التي أُصْدِرَت في عام 1713، قائلًا: «لا أختلق أي فرضيات». إنّ هذه اللكمة العنيفة التي وجهها نحو المذاهب الفرنسية العقلانيّة كانت مخادعةً. ومن خلال رؤيته كيف كانت الحكمة الإلهية مهيمنةً طوال الوقت على مقدرات هذا الكون، وضع نيوتن الكثير من الحقائق لتتماشى مع معتقداته المسبقة.

باتريشيا فارا رئيسة الشؤون الأكاديمية في كلية كلير، جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة.

طبيعة التكنولوجيا: ماهيّتها.. وكيف تطوّرت

و. براين آرثر، المطبعة الحرة: 2009.

على صفحات كتاب ‹‹طبيعة التكنولوجيا›› يقدّم براين آرثر التفسيرات الأكثر إقناعًا لأصول وتطوّر التكنولوجيا. وبوصفه إيّاه ‹‹موضوع له جمال عظيم››، حيث ‹‹يقف المنطق الطبيعي خلفه››، فقد كتب آرثر أحد الأعمال الكلاسيكية للمعرفة التطوريّة.

يعرض لنا في هذا الكتاب كيف أن التقنيات والأنظمة الاقتصادية تتطور جنبًا إلى جنب، وكيف أن الاقتصاد هو انعكاس للتكنولوجيا. ويأخذنا هذا الكتاب لنواجه ما صنعناه وجهًا لوجه: كالروبوتات على سبيل المثال، التي تعزز من قدراتنا، ولكنّها في الوقت ذاته تطرح علينا تحديات أخرى، كإحلالها مكان العاملين؛ مُقَلِّلَةً بذلك من فرص العمل. ويناقش آرثر مدى تَقَبُّلنا وتَبَنِّينا للتكنولوجيا التي تثري الانسانية بسهولة بالغة. ويوضح ما ترتكز عليه مقاومة الابتكار، كما في أطروحة الجدل المحيط بالمحاصيل المعدَّلة وراثيًّا.

إنّه ترياقٌ للتشاؤم المحيط بأعمال جوزيف شومبيتر، وتوماس كوهن، وإليا بريجوجين. لقد لاقى هذا الكتاب جاذبيةً عالميةً، لما يحتويه من بصيرة في حل أشد المعضلات الاقتصادية، والاجتماعية، والبيئية إبداعيًّا.

كاليستواس جوما أستاذ في التنمية الدولية في جامعة هارفارد كينيدي في كمبريدج، ولاية ماساتشوستس، ومؤلف كتاب ‹‹الحصاد الجديد: الإبداع الزراعي في أفريقيا››

 **عبقرية الكلاب:** براين هير، وفانيسا وودز  **المتحف السِّرِّي:** مولي أولدفيلد  **مختلِفٌ عن الأصل:** أندرو سولومون  **على شاطئ بعيد:** ويليام ساورز


المراصد عند الغروب فوق قمة الهاليكالا في هاواي.

PHOTO RESOURCE HAWAII/ALAMY

س وج مع دين ماكسويل

حارس الجبل

دين ماكسويل متخصص في ثقافة هاواي التقليدية، يقدم المشورة للمرصد الشمسي الوطني الأمريكي وشركائه في مشروعه لبناء أكبر مرصد شمسي في العالم على قمة هاليكالا في جزيرة ماوي. إنه يتحدث عن الجبل المقدس، المعروف باسم بيت الشمس، وردود الفعل المحلية تجاه بناء «تليسكوب التقنية الشمسية المتقدمة» ATST.



NICK HIGGINS, BASED ON A PHOTO BY DANE MAXWELL

كيف صِرْتَ مهتمًّا بالقضايا الثقافية لأهل هاواي الأصليين؟

لقد نشأتُ في كنف جدي، الذي كان ضالعًا في المسائل السياسية لأهل هاواي الأصليين. وكانت جدتي معلّمة لرقصة الهولا. وقد أرسلاني إلى مدرسة لسكان هاواي الأصليين. كل ما تعلمته كان يدور حول ثقافة هاواي، بدءًا من الهولا، ومرورًا بالسياسة، ونهايةً بالصلوات والشعائر التي اعتاد أسلافنا أداءها. لقد كانت حياتي متمحورة حول ما أقوم به اليوم.

ما الذي يعنيه أن يكون المرء (كاهو) أو زعيمًا روحيًّا، مثلك؟

بعض الناس يعتبر (الكاهو) قسًّا، ولكن دوره أشبه بِراعٍ من هاواي. وأحد الأمور التي درجت عليها هو معرفة واجبنا إزاء العظام البشرية التي تم نبشها، نتيجة المشروعات الإنشائية. ففي ثقافة هاواي، الطاقة الروحية مقرها العظام. وهذا يعلِّل الأهمية الكبرى لمواراة العظام. يقال إن بقايا إلهة النار (بيلي) موجودة داخل الهاليكالا. إن الحِمَم في هذه المنطقة هي كل جوهرها.

كيف هو روتين يومك العادي كمستشار لطاقم تشييد «تليسكوب التقنية الشمسية المتقدمة»؟

بما أني نشأت على احترام عميق للأرض، فمن الصعب عليّ حقًّا أنْ أرى أعمال الحفر بها. إنهم يحفرون حفرًا كبيرة، ويسكبون الكثير من الخرسانة. وما يعنيني أن الناس ينبغي عليهم إبداء الاحترام والتوقير للمنطقة. إنني أقضي جُلَّ وقتي في التيقن من أن عمال البناء يظلون في مواقعهم، ولا يلقون المخلفات في المناطق المجاورة.

هناك الكثير من تلك المركبات العتيقة الصدئة تسرِّب سوائل هيدروليكية في كل مكان، ويمكنك أن ترى بقعها الكبيرة على الأرض الجميلة. إنّ الحفاظ عليها نقيةً بهيةً طبيعيةً قدر المستطاع يتم بالتعاون يدًا بيَد بين الثقافة والطبيعة. إنني موجود هناك كل يوم تقريبًا، من الشروق إلى الثالثة والنصف بعد الظهر، وأحيانًا حتى المغرب. إنه لأمرٌ جميل.. حيث تَسَنَّى لي رؤية الجبل في الصقيع، والثلج، والمطر، والرياح، والسماوات الصافية.

يعترض الكثير من أهالي هاواي على تشييد «تليسكوب التقنية الشمسية المتقدمة»، فلماذا تعمل به؟

أنا وجَدّي عارضنا هذا المشروع، ولكننا نريد حقًّا الحفاظ على أكبر قدر ممكن من أساسياته، وإنجازه على أمثل وجه. أمّا إذا فعلنا غير ذلك؛ فكأننا لا نعير اهتمامًا لأسلافنا. إنها مسؤوليتنا لنعتني بالجبل، وصونه ما استطعنا.

هل تلقى القضايا الثقافية الآن اهتمامًا أكبر ممّا كانت تلقاه عندما تم بناء أوّل تليسكوب على هاليكالا في الخمسينات والستينات من القرن الماضي؟

بالتأكيد الأمور تتحسن. فبالنسبة إلى هذا المشروع، فإنّ أول ما بدأنا به كان إزالة الموقع التاريخي «دائرة ريبر» Circle Reber، حيث كان التليسكوب الراديوي. وهذه هي إحدى أعلى نقاط الجبل. والنقاط الأعلى لها أهمية ودلالة عظمى في ثقافة هاواي. ولقد كان أمرًا جميلًا أنْ تُزال تلك الفوضى، ويتم تنظيف المكان.

الكثير من الشكاوى تدور حول حجم «تليسكوب التقنية الشمسية المتقدمة»، والوضوح الذي سيكون عليه. ما رأيك في هذين الأمرين؟

سيكون طوله مثل طول بناية مكوّنة من 14 طابقًا، وهذا الطول كبير حقًّا. لقد حاولت أنْ أجعلهم يدهنوا التليسكوب بلون آخر، لكن لونه الأبيض كان ضروريًّا لخصائصه الحرارية. عندما شيدت القوات الجوية الأمريكية تليسكوبها على هاليكالا، كانت تريد استخدام مواد تعكس السماء، لكنه يعكس الشمس، ويمكنك أن تراه في كل مكان الآن.

ما رأيك فيما يجب أن يعرفه الفلكيون عن ثقافة أهل هاواي الأصليين؟

نحن لا نكره الفلك. كل ما هنالك أننا نريد إدارة المنطقة بشكل أفضل. نحن نُكِنّ تقديرًا للعلم، ونريد من العلماء إبداء الاحترام نفسه للموقع. إنني أتساءل.. إذا ما استمرّت هاواي كدولة مستقلة، هل كنا سنرى تليسكوبات فوق هاليكالا، وماونا كي؟

ما الذي يعنيه أن يكون هناك تليسكوب شمسي فوق «بيت الشمس»؟

ثمة تَلَّان هناك. أحد أنصاف الآلهة، ويُدعى ماوي، يفترض أنه يقف بإحدى قدميه فوق تل، والأخرى فوق التل الثاني. لقد وصل إلى أعلى هناك، وألقى بحبل ذي أنشوطة، وأمسك بالشمس؛ وأبطأها في مسارها. لذا.. فإنّ الشمس ذات دلالة وأهمية بالغة بالنسبة إلى هاليكالا. وإذا كان لا بد من وجود تليسكوب هناك، فينبغي ـ في ظني ـ أن يكون تليسكوبًا شمسيًّا. هناك القليل من الأهالي يؤيدونه، والكثيرون في المجتمع يتمنون لو كان أقصر قليلًا، أو في أيّ مكانٍ آخر على الأرض. ■

أجرت الحوار: ألكسندرا ويتز

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية




الفلسفة العصبية

أنــا ودمــاغـــي

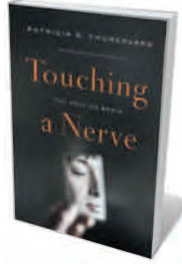
يقوم **كريس فريث** بتسليط الضوء على كتاب يبحث في العلاقة الشائكة بين الدماغ والعقل.

تُعَدّ باتريشيا تشارشْلاند عميدة فلاسفة علم الأعصاب. فهي تؤمن - كما أؤمن أنا شخصيًّا - بأنه لكي تتمكن من فَهْم العقل، يجب عليك أن تكون مدركًا لوظائف الدماغ، وأن تكون معتمِدًا في ذلك على دلائل علم الأعصاب التي تساعد على صَقْل بعض المفاهيم، كفكرة الإرادة الحرة. يرفض الكثير من الفلاسفة وآخرون ذلك الطرح.. فالمشكلة ـ كما تذكر تشارشْلاند ـ هي أننا نتسم جميعًا في أعماقنا بالثنائية.. فعقولنا الواعية تعيش في عالَم من الأفكار، وتعيش أدمغتنا في عالَم الكائنات الماديّ.

لذلك.. فإن هذا الانقسام العميق يجعل قبول فكرة وجود علاقة قوية بين العقل والدماغ أمرًا غاية في الصعوبة. وفي كتابها «لَمْس الوتر الحساس»، تأمل تشارشْلاند في مساعدتنا للتغلب على ذلك الرفض، وقبول مفهوم «الجوهر العصبي لحياتنا العقلية». ولتشجيع القارئ العادي، فهي تؤكد على خلفيتها كفتاة ريفية بسيطة، ينبع منطقها في فَهْم الأمور من نشأتها في مزرعة تقع في وادٍ منعزل في بريتش كولومبيا في كندا.

تبدأ تشارشْلاند بالإشارة إلى أن المنطق السليم وعلم الأعصاب يوضحان أننا لسنا في حاجةٍ إلى روح. وقد بدأنا في الوصول إلى فكرة مبهمة عن الآليات الكامنة التي تتيح التفكير والشعور والقدرة على اتخاذ القرار، التي تتشابه مع المسار الدقيق الذي يسلكه عقار «البروكين» في إلغاء الإحساس بالألم. يخبرنا المنطق وعلم الأعصاب أنه لا حياة بعد الموت. والضوء المتخيَّل رؤيته في تجارب القرب من الموت لا يعدو كونه نقصًا في الأكسجين؛ يقوم بالتأثير على الجهاز البصري داخل الدماغ.

وتستطرد تشارشْلاند في مناقشة مفاهيم الأخلاق، والعنف، والإرادة الحرة، والوعي. وإذا كنتَ تتوقع أن تقرأ شروحًا لتلك المفاهيم في ضوء مصطلحات علم الأعصاب؛ فإنك ستصاب بخيبة أمل.. فهي تعزِّز المعنى «الدارج» لمفهوم الإرادة الحرة، وهو «أن تكون لديك نِيَّة لأداء فِعْل معيَّن وأنتَ وَاعٍ به، وفي حالة عقليّة سليمة». فهي لا تُلْقِي بالًا للنتائج المربكة لأبحاث العلوم العصبية، التي تشير إلى أنّ إدراك الفعل - أي النِّيَّة المصحوبة بالمعرفة - يحدث بعد أنْ يتم اختيار الفعل. كما أننا قد أخبرنا أن القيم الأخلاقية ـ مثل الصدق، والإخلاص، والشجاعة ـ تعتمد كلها على التقاليد المتَّبعة في مكان النشأة، وعلى سماع «القصص» التي تعطِي الإحساسَ بطريقة التصرُّف السليمة.


لَمْس الوتر الحساس: النفس كعقل
باتريشيا تشارشْلاند
و. و. نورتون: 2013

ليس لديَّ أي تَحَفُّظات على ما يتعلق بفكرة أنّ التنشئة والثقافة لهما دور مهم في تحديد السلوك، لكن يبدو أن تلك الفكرة لا تتماشى مع رؤية تشارشْلاند القائلة: «إن أدمغتنا تحدِّد كل ما يتعلق بهَوِيّتنا، وكيفية تعامُلنا مع العالَم المحيط بنا». كما أنّ تشارشْلاند لم تقدم الدراسات التي توضح العلاقة بين الدماغ والثقافة، حيث توجد عمليات خاصة تتم في الدماغ البشري، مثل القدرة على تقليد الآخرين بإتقان كبير.. تلك القدرة التي تساعد على التطور التراكمي للثقافة. وفي الوقت نفسه، فإن الثقافة تقوم بتشكيل الدماغ، كما قد تؤدي إلى التحول في الجينات (انظر: S. E. Fisher & M. Ridley *Science* **340**, 929-930; 2013). إنّ كل دماغ بشري هو جزء من منظومة ديناميكية متداخلة لأدمغة أخرى مغمورة في الثقافة.

تُعَدّ معلومات علم الأعصاب المذكورة في كتاب «لَمْس الوتر الحساس» هي من قبيل العِلْم الصحيح والمُوَاكِب للعصر بشكل يستحق الثناء. كما يتضمن الكتاب ملحوظات مفيدة ملحقة بكل فصل، إضافة إلى المصادر الأولية. ورغم ذلك.. أصبحتُ منزعجًا بشكل متزايد، بسبب الخلط بين العِلْم، والحِكَم الشعبية. فالقصص المتعلِّقة بطالبات المدارس اللائي يتصرفن بشكل سيئ، ودجاجات «ليجورن» البيضاء (المعروفة بسلوكها الذي يتسم بالعنف والتوتر)، لم تساعدني في فهم القواعد المتعلِّقة بالعنف والجنس. كما أن المرجعية التي استندتْ إليها غير مكتملة: فلماذا تحتاج عبارةٌ معينة، مثل «ليس كل خيبة الأمل قابلة للعلاج» إلى مرجعية، في حين لا يذكر المرجعُ للأساس العصبي لمتلازمة تشارلز بونيت أيّ ادِّعاء أنّ مرضى الفصام يمكن أن يبهجوا أنفسهم. وتبعًا للمنطق.. ألاحِظُ أنني أتفق مع عالِم التطور البيولوجي لويس وولبرت في أنّ نتائج البحث العلمي ذات الأهمية عادةً لا تتفق مع تلك الفكرة. إنها البيانات التي تدعم التفسيرات المنطقية هي التي تحتاج إلى التمحيص الدقيق.

مع ذلك.. فقد يكون صحيحًا تأصُّل الثنائية في طبيعتنا، حيث أظهرت دراسة حديثة في تصوير الدماغ أننا نمتلك دائرتين كهربائيّتين محدَّدتين، الأولى تساعدنا في التفكير في العلاقة السببيّة العقلية، مثل: كيف أنّ الظلم يُشْعِرنا بالغضب. أما الدائرة الثانية، فهي التي تمكِّننا من التفكير في السببيّة المادية، مثل: كيف تتسبب الحرارة في تنشيط مستقبِلات الألم. وتعمل تلك الدوائر العصبية بالتبادل، حيث لا يمكننا القيام بالأمرين معًا في آنٍ واحد. (انظر: A. I. Jack *et al*. *NeuroImage* **66**, 385-402; 2013). إذا كانت ثنائية العقل والدماغ متأصِّلة فينا بشكل عميق، فلماذا نجد المحلات مليئة بكُتُب مثل كتاب «لَمْس الوتر الحساس»؟، ذلك الكتاب الذي يُظْهِر كيف أن الدماغ هو الذي يقوم باتخاذ القرارات، وتحديد القيم الأخلاقية، وتفسير المواقف السياسية.

لا يسعني سوى أن أفترض أن تلك الأفكار هي المرادف الحديث لقصص الرعب القوطيّة. فنحن نحب أن يُثار خوفنا نتيجةً لفكرة أننا لسنا أكثر من كيلو ونصف الكيلو من اللحم الحي الذي تمثله أدمغتنا، ولكننا في واقع الأمر لا نؤمن بذلك، كما أنني لا أعتقد أن تشارشْلاند تصدِّق ذلك أيضًا. ■

كريس فريث أستاذ فخري لعلم النفس العصبي في مركز «ويلكوم ترست للتصوير العصبي» في جامعة كوليدج لندن، وزميل في كلية «أوول سولس» في أوكسفورد. ومن مؤلفاته: كتاب«اتخاذ القرار»، الذي يشرح فيه كيف يقوم الدماغ بخلق عالمنا العقلي.
البريد الإلكتروني: c.frith@ucl.ac.uk

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

جائزة «نوبل» وتناول الشوكولاتة

يُعتقد أنّ هناك علاقة بين تناوُل الشوكولاتة في دول متعددة، وعدد الحائزين على جائزة «نوبل» من سكان هذه الدول (F. H. Messerli *New Engl. J. Med.* 1562-1564; 2012). فما هي عادات الحاصلين على جوائز «نوبل» في تناول الشوكولاتة؟

قمنا بعمل مسح لعدد 23 رجلاً من الحاصلين على جوائز «نوبل» في الفيزياء، والكيمياء، والفسيولوجيا أو الطب، والاقتصاد. وأبلغ عشرة منهم (43%) أنهم يتناولون الشوكولاتة أكثر من مرتين في الأسبوع، مقارنة بنحو 25% فقط من عدد 237 فردًا متعلمًا في المجموعة الضابطة المتناظرة في السن والجنس (*P=0.05*، انظر B. A. Golomb *et al*. *Arch. Intern. Med.* **172**, 519-521; 2012). وقد أظهر ثلاثة أن تناوُلَهم الشوكولاتة قد أسهَم بالفعل في حصولهم على جائزة «نوبل»، لكن الغالبية لم تر أي علاقة بين جائزة «نوبل» وتناوُل الشوكولاتة. وقد أعلن اثنان أنهما فازا بجائزة «نوبل»، على الرغم من عادات تناولهم الشوكولاتة (انظر أيضًا: «الحائزون على جائزة نوبل، والشوكولاتة» على الرابط: go.nature.com/copuha).

وقد يقلِّل بعض الحائزين على جائزة «نوبل» من إظهار مدى تناولهم الشوكولاتة؛ لإعطاء انطباع بأن براعتهم الذاتية أهَّلتهم لحصولهم على جائزة «نوبل»، مما قد يؤدي بالتالي إلى نتيجة خاطئة. ومع هذا.. وبعد معرفة العلاقة الكبيرة بين الشوكولاتة والوفيات، فقد يكون عاشقو الشوكولاتة ظلوا على قيد الحياة من أجل الحصول على الحلوى الخاصة بهم.

هناك تحذير كذلك مِن أنّ ردود الحائزين على جائزة «نوبل» ـ فيما يتعلق بتناوُل الشوكولاتة ـ قد تكون ساخرة.

بياتريس أ. جولومب*، جامعة كاليفورنيا، سان دييجو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
bgolomb@ucsd.edu

*بالإنابة عن 14 من المشاركين في التأليف (انظر: go.nature.com/b5rz8h لرؤية القائمة الكاملة).



لا تبالغوا في مدح علم الفلك العربي

إن الإنجازات الكبيرة في علم الفلك ـ التي يشير إليها نضال قسوم في مقاله ـ وقعت في وقتٍ سابق عن «العصر الذهبي» لعلم الفلك العربي في الفترة من القرن التاسع إلى القرن السادس عشر (*Nature* **498**, 161-164; 2013).

تطوَّر علم الفلك فيما بين القرن الرابع قبل الميلاد والقرن الأول الميلادي، ولكن بصفةٍ خاصة في القرن الثالث قبل الميلاد. لقد نضج هذا العلم وتطوَّر من جداول الملاحظات، التي تم التعرُّف من خلالها على عدد قليل فقط من الأنماط العامة (دورات الكسوف والخسوف، على سبيل المثال)، إلى فهم سليم للنظام الشمسي. شمل ذلك تقديرات جيدة لحجم الأرض، وحجم الشمس، وحجم القمر، بالإضافة إلى بُعدهما عن الأرض، واكتشاف دقة تتابع الليل والنهار. والأهم من ذلك.. أن بناءا رياضيًّا عظيمًا قد سمح بالتنبؤ بمواقع كل الأجسام الرئيسة المرئية في السماء، مع دقة قريبة لأفضل مراقبة متاحة (10 دقائق من القوس). وكانت هذه الإنجازات منتجات علم الفلك السكندري، الذي نتج معظمه عن طريق اليونانيين المقيمين في مصر. وقد تم تلخيص هذه الإنجازات بواسطة الكاتب كلوديوس بطليموس.

تحفِّز النوايا الحسنة نماذجَ قسوم للتميُّز العربي في علم الفلك، مثل الأعمدة (المزاول الشمسية) التي كانت تُستخدَم لقياس الوقت (كانت شائعة في وقتٍ سابق، عند الإمبراطورية الرومانية الأميّة علميًّا)، والبَحّارة الذين يستخدمون قوس القمر؛ للدلالة على خط الشرق-الغرب (تقنية معروفة بالفعل منذ ألفي عام)، لكن تمجيدها كإنجازات يُظهِر عدم احترام لطلاب اليوم في العالم العربي. إضافة إلى ذلك.. فإن الدوافع الدينية المذكورة بشكلٍ صارم لعلم الفلك العربي، الغائبة في العصر السكندري ـ التي قد تبدو وكأنها تبرير للسيطرة الدينية على العلم ـ ما زالت تشكِّل خطرًا في كثير من البلدان.

ومما يُحسَب لهم، أن علماء الفلك العرب اعترفوا بقيمة علم الفلك السكندري، بل وقاموا بتطويره في بعض التفاصيل. كما أنهم أنقذوا علم الفلك القديم، الذي قام من خلاله نيكولاس كوبرنيكوس بإيقاد شرارة العلوم الحديثة.

كارلو روفيلي، جامعة إيكس-مرسيليا، مرسيليا، فرنسا.
rovelli@cpt.univ-mrs.fr

شكوك حول إحصائيات إعدام حيوانات الغُرير

لقد تحدث العلماء علنًا مع السياسة «القائمة على دليل» لإعدام حيوانات الغرير في إنجلترا ـ وضدّها كذلك ـ للسيطرة على إصابة الماشية بالسل (انظر: M. Woolhouse and J. Wood, *Nature* **498**, 434; 2013 وgo.nature.com/nem9ua). ويؤكد كل فريق على جانب مختلف من الإحصائيات الخاصة بتجربة «الإعدام العشوائي لحيوانات الغرير» RBCT لبيان وجهة نظره حول تأثيرات الإعدام.

يوجد عدم يقين ملموس يحيط ببيان وولهاوس ووُود بأن عملية إعدام حيوانات الغرير واسعة النطاق «خفّضت حالات إصابة الماشية بمرض السل بمقدار النصف تقريبًا». هذا الخفض بنسبة 54% حدث بداخل مناطق الإعدام فقط بعد خمس سنوات من

رابط الكاكاو

الحائزون على جائزة «نوبل» في حديثهم عن الشوكولاتة

«يتم تسليم الحائزين على جائزة نوبل بعض النُّسَخ من الميدالية، مصنوعة من الشوكولاتة، ومغلَّفة برقاقات ذهبية في مراسم حفل تسليم جائزة نوبل. وهذا يعني بالضرورة أن جمعية نوبل تعتقد أن الشوكولاتة مهمة».

«إن زوجتي مدمنة للشوكولاتة، لكنها لم تحصل على الجائزة حتى الآن».

«الشوكولاتة هي السبب في وصولي إلى ما أنا عليه اليوم».

«من الممكن أن تحفِّز هذه العلاقة جهودًا كبيرة؛ من أجل التنافس مع السويسريين، والفرنسيين، والبلجيكيين».

«يقع بحثك ـ على وجه التحديد ـ في المساحة الشاسعة بين الموضوعية المتوازنة، والخَلْط الكامل».

«إنني أتناول الكثير من الحلوى وقديد اللحم، في حال تناوُلِك أنت الوجبات الخفيفة بوجهٍ عام».

«أزيد من مُعدَّل تناول الشوكولاتة؛ من أجل استعادة معدل ذكائي الذي كان في مرحلة الشباب».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الإعدام السنوي، وتضاءلت الفوائد بعد 18 شهرًا فقط (95% فترة ثقة: 38-66%؛ H. E. Jenkis *et al*. *Int. J. Infect Dis*. **12**, 457-465; 2008). في رأيي، أنّ هذا الحد الأقصى من الخفض للمخاطر له اليد في تحديد توقعات أصحاب المصلحة، وصانع القرار تجاه عملية الإعدام فقط، إذا أمكنه الاستمرار لأكثر من 18 شهرًا (H. E. Jenkis *et al*. *PLoS ONE* **5**, e9090; 2010).

ويمكن لعملية «تشغيل-إيقاف الإعدام» - التي يُستأنف فيها الإعدام السنوي واسع النطاق عندما تزداد معدلات مرض السل بالماشية - الحفاظ مبدئيًّا على هذا الخفض للمخاطر، لكن تجربة «الإعدام العشوائي لحيوانات الغرير» لم تختبر هذا المنهج. وسوف يتطلب الأمر نمذجة وَبَائيّة وبيئيّة دقيقة، وتحليلًا للتكلفة؛ للتنبؤ بتأثيرات عملية «تشغيل-إيقاف الإعدام». وقد يؤدي ذلك إلى عودة ظهور الزيادات العابرة للسل، التي تمت ملاحظتها في وقتٍ مبكر في تجربة «الإعدام العشوائي لحيوانات الغرير» خارج مناطق الإعدام، وهو ما يُعزى إلى زيادة تحركات حيوانات الغرير.

كريستل دونلي، إمبريال كوليدج في لندن، المملكة المتحدة.
c.donnelly@imperial.ac.uk

تم إعلان تضارب المصالح المالية. انظر: http://dx.doi.org/10.1038/499154d.

إضافة مزيد من الإشارات الحمراء

أقترحُ وضع اثنتين من «الإشارات الحمراء» ـ بالإضافة إلى الست التي حدَّدها س. جلين بيجلي ـ لتقييم الدراسات ما قبل الإكلينيكية (*Nature* **497**, 433-434; 2013). وهما توسِّعان من نطاق استفسارات بيجلي بشأن مدى صلاحية الاختبارات الإحصائية، وتطبقان بشكل خاص على التحليلات الحسابية لكميات كبيرة من البيانات، مثل تلك التي يتم إنشاؤها بواسطة تجارب البروتيوميات ذات الإنتاجية العالية.

الإشارة الأولى الجديدة تتعلق بتطبيق التصحيح متعدِّد الفرضيّة. يضخِّم العدد الكبير من المقارنات الإحصائية ـ الواردة في تحليلات البيانات ـ من تقديرات الأهمية، من خلال زيادة احتمالية أن نتيجة فردية ذات أهمية خاصة يمكن أن تحدث عن طريق الصُّدْفة.

يوسع هذا - بشكل أساسي - من دائرة سؤال: «ما مدى احتمال أنّ الفرق الذي ألاحظه في قياس واحد يمكن أنْ يكون عن طريق الصدفة؟» إلى السؤال على مستوى المجتمع: «ما مدى احتمال أن أجد هذا الاختلاف عن طريق الصدفة، إذا نظرت إلى مجموعة كاملة من القياسات؟» والمثال على ذلك.. هو افتراض أن إيجاد لاعب أعسر في فريق كرة سلة يمكن أنْ يكون بنسبة 10%. والاحتمال الحقيقي ستكون نسبته أعلى، لأنه يتم بالفعل اختبار عديد من اللاعبين.

سؤال الإشارة الحمراء الثانية هو ما إذا كان التوزيع المناسب للخلفية يتم استخدامه، أم لا. إنه أمر حيوي أن تختار مجموعة من المتغيرات المناسبة للسؤال عن النتائج التجريبية التي يجرى اختبارها؛ لتحديد الأهمية. ويمكن للاختيار غير الملائِم للخلفية أن يحفِّز ـ بشكل مصطنع ـ أهميةً في النتائج، أو يخفي النتائج الحقيقية. والمثال على ذلك سيكون بأخْذ عينة من فريق كرة سلة للسيدات؛ لتحديد ما إذا كان هناك فرق طول كبير بين الرجال والنساء، أم لا.

جاسون إي. ماكديرموت، مختبر باسيفيك نورث ويست الوطني، واشنطن، الولايات المتحدة الأمريكية.
jason.mcdermott@pnnl.gov

الأساليب الترويجية تفسد البحوث

مع وجود أكثر من تريليون دولار أمريكي أُنفقت على الصعيد العالمي على البحث والتطوير في عام 2007 (انظر: go.nature.com/5wdd9p)، يبدو أن الحجم الهائل من الأموال يفسد المشروعات العلمية، حيث يتخذ الأفراد تدابير أكثر تطرفًا من أيّ وقت مضى؛ ليُسلَّط عليهم الضوء.

فعلى سبيل المثال.. ذكرت التقارير البرلمانية «فضيحة المناخ» في عام 2009 في جامعة إيست أنجليا في نورويتش، المملكة المتحدة، دليلاً على سوء السلوك العلمي (انظر: go.nature.com/d6bdco). تضمنت الإدعاءات تحكيم دوريّة مشكوك فيها؛ لتعزيز اتجاه علمي مُعيَّن (انظر أيضًا: *Nature* http://doi.org/ftb9hc; 2010). وبدلاً من ذلك.. ينبغي دعم الدوريّات، باعتبارها أماكن يتم فيها تنقيح العلم غير المكتمل، وذلك عن طريق النقاش المفتوح. وبعمل مقارنة مع الـ30 عامًا الماضية، فإنها تبدو بالفعل أقل استعدادًا لنشر نتائج سلبية، أو مراجعات تحذيرية تخفِّف من الحماس الجامح.. ربما بسبب التقييمات المتضاربة والمتعددة.

في مثال آخر.. ذكر مقال في مايو 2011 في مجلة «التايمز للتعليم العالي» تقريرًا بشأن التغطية على بيانات، من شأنها أن تساعد على منع دواء للسرطان من الدخول في المرحلة الثالثة من الدراسات الإكلينيكية؛ مما يرفع من آمال المرضى، ويحطمها في الوقت نفسه، ويُعرِّض حياتهم للخطر، بسبب فرضية كاذبة. لهذا.. لا عجب في أنْ نرى أنّ الثقة في العلماء قد بدأت في الانخفاض (انظر: go.nature.com/3xdcoy)؟

مايكل كيلي، جامعة كمبريدج، المملكة المتحدة.
mjk1@cam.ac.uk

تأسيس رواقًا للنمور في الهند

تأوي الهند 60% من النمور البرية في العالم، لكن مثلما هو الوضع في أماكن أخرى، يقل عدد النمور تدريجيًّا بسبب تدمير بيئاتها. وقد تم تأسيس مبادرة بين الحكومة الهندية والمجتمع المدني؛ للعمل على مواجهة هذا التوجه؛ وتقديم نموذج حماية بنّاء.

لقد وضعت ولاية كارناتاكا في جنوب الهند عدة استراتيجيات فعّالة؛ للمحافظة على النمور وحمايتها. ومع ذلك.. نجد أن المناطق المحميّة التي تأوي النمور بعيدة ومنعزلة، وأصبحت قطعان النمور أكثر تشتتًا وتفرقًا بشكل كبير.

إن ربط مَوَاطِن جماعات الحيوانات ببعضها البعض أمرٌ ضروري؛ من أجل بقاء النمور على قيد الحياة مستقبلاً. فهو يساعد على تشتيت النمور بعيدًا عن مواقعها الأصلية، ويتيح التبادل الجيني الوراثي بين القطعان، ويساعد على الحفاظ على التعدديّة السكانية.

استجابة لذلك.. تقوم حكومة الولاية ـ بشكل فعّال ـ بربط قطعان النمور ببعضها البعض عن طريق تحديد المواطن المهمة بيئيًّا، وتخصيصها لتكون مناطق محميّة، بحيث تضمن حماية طويلة الأجل للمَوْطِن. وعلى سبيل المثال.. في مايو 2013، أنشأت الحكومة محميّة «مالاي ماهاديشوارا» للحياة البرية على مساحة 906 كم مربع، مما خلق شبكة متجاورة من المناطق المحميّة، مساحتها 6500 كم مربع، وهي أكبر شبكة محميّة في البلد. وعلى مدار الـ19 شهرًا الماضية، أضافت الحكومة حوالي 3000 كم مربع من مواطن النمور إلى الشبكة.

ويجب أن تكون هذه المساحة الممتدة قادرة على استضافة ما يصل إلى 500 نمر معًا.

سانجاي جوبي، باناثيرا، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية، ومؤسسة الحفاظ على الطبيعة، ميسور، الهند.
sanjaygubbi@gmail.com
إتش. سي. بورنيشا، مؤسسة الحفاظ على الطبيعة، ميسور، الهند.

مكافآت التوعية بنتائج البحث العلمي في اليابان

أعلنت الوكالة اليابانية للعلوم والتقنية في شهر يوليو الماضي أن 64% فقط من حوالي 9000 من علماء اليابان الذين تم طرح الاستبيان عليهم يقومون بالتواصل حول النتائج خارج المجتمع العلمي. وهذا الأمر يثير الدهشة.. فمنذ عام 2010، حثت الحكومةُ الباحثين الذين تموِّلهم على تحسين التواصل مع الجمهور الذي يقوم بدفع الضرائب، خاصة بعد أحداث «تسونامي»، التي وقعت في مارس 2011، والحادث النووي في فوكوشيما.

ومن بين الـ36% من الباحثين الذين لم يشاركوا في التوعية، أشار كثير منهم إلى العبء الإداري، ونقص الموارد والوقت. وكانت أكبر مشكلة تواجه هؤلاء العلماء أنهم كانوا يشعرون بأنه لا توجد مزايا شخصية من توصيل نتائجهم إلى الجمهور. وهذا يرجع إلى أن أداء الباحث في اليابان يتم تقييمه فقط بحسب عدد الإصدارات البحثية، ولذلك.. فالوقت والمجهود الذي يتم قضاؤه في توصيل العلوم لن يساعد العلماء على تأمين التمويل، أو الترقيات، أو التوظيف.

يجب على الحكومة أن تدرك أن أنشطة التوعية العلمية هي تجارب صالحة من أجل التمويل وطلبات التوظيف. وفي المقابل، يجب أن يدرك باحثو اليابان أن التواصل مع الجمهور يقدِّم لهم جائزتهم الخاصة، التي تكون في شكل اعتراف وتقدير المجتمع لعملهم.

أمان كوازومي، المعهد الوطني للعلوم الفسيولوجية، أيشي، اليابان.
amane@nips.ac.jp
يوكو موريتا، المتحف الوطني للعلوم الناشئة والابتكار (ميرايكان)، طوكيو، اليابان.
شيشين كاواموتو، جامعة هوكايدو، هوكايدو، اليابان.

الإسهامات

يمكن إرسال المراسلات إلى: correspondence@nature.com ، بعد الرجوع إلى go.nature.com/cmchno

جيروم كارل

(2013-1918)

الكيميائي الرائد في مجال استخدام الطرق الرياضية؛ لتحديد البِنَى البلورية.

بعد فترة وجيزة من اكتشاف الفيزيائي ماكس فون لاو لحيود الأشعة السينية بعد اصطدامها بالبِلَّورات عام 1912، تَبَيَّنَ الفيزيائي البريطاني لورانس براج أنّ بمقدوره أنْ يستخدم نمط الأشعة السينية المُحَلَّلة من البلورة؛ لكي يحدد بدقة مواضع الذرات المكونة لها. ومع ذلك.. ومع بداية دراسة مواد ذات صعوبة متزايدة، أضحت هناك حاجة غير مسبوقة لطُرُق أكثر ذكاءً؛ من أجل «حلّ» البِنَى البلورية. أرسى جيروم كارل، أو جيري لأولئك الذين عرفوه عن قرب، طُرُقًا جديدة لتحويل أي نمط حيود ملاحَظ إلى مجموعة من المَواضِع الذَّرِّيَّة. تمكن جيروم من فعل ذلك من حيث المبدأ عن طريق اشتقاق صيغ رياضية بالاشتراك مع هربيرت هوبتمان، وتَمَكَّن من فعل ذلك من ناحية عملية عن طريق تطبيق تلك الصيغ على بِلَّورات حقيقية، بالاشتراك مع زوجته، إيزابيلا كارل. وقد ساعدت المقاربات الرياضية التي أنشأها كارل وهوبتمان ـ التي تُعرف بالطرق المباشرة ـ الباحثين في التعرف على بنية جزيئات بالغة الأهمية، مثل الفيتامينات والهرمونات، كما ساعدتهم على سبر غور الآليات الكيميائية الحيوية. وقد تَقاسَم كارل وهوبتمان «جائزة نوبل» في الكيمياء لعام 1985 على أبحاثهما.

وُلد كارل في بروكلين بمدينة نيويورك. ودَرَس في المدارس العمومية في نيويورك، وتفوَّقَ على أقرانه، وأكمل دراسته في المدرسة الثانوية في سن الخامسة عشرة فقط، ثم التحق بعدها بسيتي كوليدج في نيويورك. وتخرج في عام 1937 مع هوبتمان وآرثر كورنبرج، من بين خريجي سيتي كوليدج الكثيرين الحائزين على جائزة نوبل. بعد ذلك، ذهب كارل إلى جامعة هارفارد في كمبريدج، ماساتشوستس، حيث حصل من هناك على درجة الماجستير في علم الأحياء. وبعد أن قضى عامًا في مصلحة الصحة بولاية نيويورك في ألباني، سعى كارل لإجراء دراسات عليا إضافية، كان مجالها هذه المرة هو (علم الكيمياء) في جامعة ميتشيجان، آن أربور. وفي ميتشيجان، درس كارل أنماط الحيود الناتجة من إطلاق الإلكترونات على الغازات. وفي ميتشيجان أيضًا التقى بإيزابيلا لوجوسكي، زميلته في الدراسات العليا، التي تزوجها في عام 1942؛ وأنجب منها ثلاث بنات.

وبعد أن أكمل أطروحته في عام 1943، انتقل كارل إلى جامعة شيكاغو؛ لكي يعمل في مشروع مانهاتن. ثم رجع إلى ميتشيجان في عام 1944؛ لكي يعمل في مشروع بحثي للبحرية الأمريكية، شمل دراسة بِنَى هيدروكربونات مواد التشحيم. وفي عام 1946 انتقل كارل وزوجته إلى «مختبر أبحاث البحرية» NRL في الولايات المتحدة في واشنطن دي سي، حيث ظلّا هناك إلى حين تقاعدهما في عام 2009. وقد توفي كارل في السادس من يونيو الماضي.

في البداية، واصلا تركيزهما على تجارب حيود الإلكترونات. وبصورة موازية، بدأ كارل في التحليل النظري والتنبؤ بأنماط الحيود المتوقَّعة من الهيدروكربونات الموجَّهة. وتَسَبَّبَ هذا التحليل في جَعْله يتساءل عن إمكانية تطبيق نظرياته على تحليل بِنَى البِلَّورات. وفي هذا الوقت تقريبًا انضمّ هوبتمان إلى كارل.



NAVAL RES. LAB.

كانت المشكلة التي واجهاها هي أنه بالرغم من أن الأشعة السينية المُحَلَّلة من البِلَّورات تحمل معلومات يمكنها أن تنتج صورة للبِنْيَة الذرية، إلا أنّ جزءًا فقط من هذه المعلومات يمكن الوصول إليه بصورة تجريبية. ويمكن ملاحظة اتساعات الموجات الكهرومغناطيسية المرتدّة من الذرات بواسطة الكواشف فقط، بينما لا يمكن قياس إزاحة المرحلة لكل موجة دوريّة عند مقارنتها بالأخريات. ولحسن الحظ، نجد أنه بالنسبة إلى البِلَّورات المعتادة، يفوق عدد الانعكاسات عدد الذرات، وهذا يعني ضمنًا أنه يتحتّم وجود علاقات رياضية بين هذه الانعكاسات. وبدءًا من خمسينات القرن العشرين، اعتمد كارل وهوبتمان على المعرفة الأساسية بطبيعة المادة (وبالأخص، حقيقة أنه لا يمكن أن تكون هناك كثافة إلكترونية سالبة)؛ من أجل إيجاد علاقات رياضية بين الموجات المُحَلَّلة. بعد ذلك بقليل، أسَّسا نظرية الاحتمالات، التي أعلناها بصورة جريئة في عام 1953 في كتاب مليء بالغموض، حمل عنوان «حل لمشكلة المرحلة».

كان الاستقبال الأوَّلِي لأبحاث كارل-هوبتمان فاترًا. ويمكن القول ـ حسبما أعرب كارل ذاته ـ إنه «خلال بدايات خمسينات القرن العشرين لم يصدِّق عددٌ كبير من زملائنا العلماء كلمةً ممّا قلناه». وانعكس تيار المَدّ حينما طبقت إيزابيلا أبحاثهما على التراكيب المعقدة، مثل الببتيدات. وفي عام 1966، نشرت هي وكارل ورقَة علمية بالغة الأهمية في دوريّة «أكتا كريستالوجرافيكا» *Acta Crystallographica*، أوضحت الطريقة التي تحدّد بها بِنَى البِلَّورات خطوة بخطوة. انضم آخرون إلى هذا المشروع ببرامج الحاسب، وتم تحديد أعداد تزيد كثيرًا عما قبل لبِنَى أكثر تعقيدًا بكثير باستخدام الطرق المباشرة. وعندما حصل كارل ـ بالاشتراك مع هوبتمان ـ على «جائزة نوبل»؛ أصبح كارل شخصية بارزة في دوائر علم البِلَّورات، لكونه قد عمل رئيسًا للاتحاد الدولي لعِلْم البِلَّورات في بدايات الثمانينات.

وقد اكتشفت من خلال إجرائي لأبحاث ما بعد الدكتوراة مع كارل في أوائل السبعينات أنّ قوة الطُّرُق الإحصائية التي تشكل الأساس لمقاربته هو وهوبتمان محدودةٌ (إذ حاولتُ ـ بدون جدوى واضحة ـ أن أطبِّق طرقه على بِلَّورات البروتينات)، إلا أن تأثير كارل امتد إلى الجزيئات الكبيرة. كان كارل مفتونًا بالرنين في الحيود (حيث تتصرف بعض الذرات بصورة شاذة، حينما تتفق طاقة الأشعة السينية الساقطة مع طاقة المدار الإلكتروني)، كما قام بإضافات بالغة الأهمية إلى النظرية التي تقف وراء المقاربة، التي تُعرف الآن باسم «الحيود الشاذ متعدِّد الأطوال الموجية» MAD. ويُستخدَم الآن «الحيود الشاذ متعدِّد الأطوال الموجية» ونظيره «الفردي» SAD بصورة شائعة؛ من أجل تحديد بِنَى الجزيئات الضخمة، مثل بروتينات الغشاء. وتتطلب هاتان المقاربتان تحديد الذرات الرَّنَّانة كخطوة أولى، كما أن طُرُق كارل-هوبتمان المباشرة تُعَدّ الآن المقاربةَ الأكثر تفضيلًا للعثور على هذه الذرات.

كان مجال اهتمامات كارل واسعًا، حسبما يوحِي بذلك الاسم الذي أطلقه على وحدته في مختبر أبحاث البحرية (مختبر بِنْيَة المادة). وتتراوح الأبحاث هناك ما بين حيود إلكترونات الغازات، والكيمياء الكمية للحالات المثارة، ودراسة الغازات والمواد غير البلورية، والبِلَّورات بطبيعة الحال. وبالرغم من أن هذه الأنشطة تشغل عددًا من أعضاء المجموعة، وبالرغم من كونها تجريبية إلى حد كبير، إلا أنّ جيري الذي عَرَفْتُه كان عالمًا نظريًّا منفردًا، نشر عديدًا من الأبحاث بمفرده، وكان تفاعله الأساسي في العمل مع مبرمج الحاسوب الذي كان يتعامل معه ويختبر نظرياته.

وفي نهاية المطاف، كان إسهام كارل الأساسي هو أنه سمح للباحثين أنْ يحولوا بؤرة تركيزهم من صعوبات وتعقيدات علم البِلَّورات إلى الجزيئات، وإلى الآليّات الكيميائية الحيوية. لقد حوَّل كارل علماء البِلَّورات إلى كيميائيِّي بِلَّورات. ■

وين. أ. هندريكسون يعمل في جامعة كولومبيا، نيويورك، الولايات المتحدة الأمريكية. وقد عمل كباحث ما بعد الدكتوراة، ثم كفيزيائي حيوي مع كارل في الفترة من 1969 إلى 1984.

البريد الإلكتروني: wayne@xtl.cumc.columbia.edu

تصحيح

ذُكر في مقال «حان الوقت لنهضة فلكية عربية» المنشور في العدد السابق (في صفحة 37) في قسم التعليقات ـ على سبيل الخطأ ـ أن كاتب المقال هو نضال جسوم، بينما الاسم الصحيح هو «نضال قسوم»، كما تمت الإشارة إليه بالاسم الخاطئ في المقال الافتتاحي (في صفحة 1). لذا.. وجب التنبيه.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أبحـــاث

أنبـاء وآراء

JEAN DU BOISBERRANGER/HEMIS/CORBISMAGMA

الشكل 1 | نشاط بركاني بطيء. جبال الهقار (الأهقار) البركانية في الجزائر أحد المواقع العديدة للمخرجات البركانية البطيئة، الموزعة عبر أفريقيا. وتشير دراسة فوريل وزملائه[1] إلى أن مثل هذا النشاط البركاني المتزامن منخفض المستوى، والتصدع المرتبط به، قد ينشأ عن عدم استقرار الغلاف الصخري القارّي.

فيزياء الأرض

طريقـة ثالثـة لتَصـدُّع القـارّات

يُفسَّر تصدُّع القارّات عادةً بإحدى آليتين، بناءً على تأثيرات تنشأ بعيدًا عن منطقة التصدع. وتُظْهِر التجارب المخبرية أن هذه العملية الجيودينامية يمكن أيضًا أن تسبِّبها التأثيرات المحلية.

دبليو. روجر بَك

شهدت مناطق قارية شاسعة نشاطًا بركانيًا، تحديدًا عندما تتباعد كتل من القشرة الأرضية بحجم 1000 كيلو متر عن بعضها البعض. فمثلاً، بدأت هذه التصدعات تأخذ طريقها عبر أكثر أفريقيا منذ حوالي 140 مليون سنة، ووزعت نشاطًا بركانيًا منخفض التدفق استمر في تلك المنطقة إلى يومنا هذا (الشكل 1). مثل ذلك النشاط المتزامن، والموزع على نطاق واسع، من الصعب أن ينسجم مع النظريات العادية عن التصدع والنشاط البركاني. وكان فوريل وزملاؤه[1] قد نشروا بدوريّة «مجلة الأبحاث الجيوفيزيائية» تفسيرًا لهذا النشاط، بناءً على تجارب مخبرية باستخدام موائع تعتمد كثافتها على درجة الحرارة والتركيب.

يبرد إشعاع الحرارة إلى الفضاء الطبقة الخارجية الصلبة من الكرة الأرضية، المسماة بالغلاف الصخري، الذي يعتلي باطنًا حارًّا يمور حملًا. تنكمش المعادن حين تبرد، وهذا يمكن أن يجعل الغلاف الصخري البارد أكثر كثافة من الباطن. هذا التباين في الكثافة الحرارية هو ما يجعل الغلاف الصخري تحت المحيط ينخسف (يهبط)، ومن ثم يدفع بحركة الصفائح التكتونية على الأرض[2]. والغلاف الصخري القارّي بارد أيضًا، بيد أنه لا ينخسف، وقد يعود هذا إلى أنه يتكون أساسًا من معادن أخف وزنًا. وطالما أن فروق الكثافة التركيبية بين الغلاف الصخري والباطن أكبر من فروق الكثافة الحرارية، فإن الغلاف الصخري سيطفو فوق الموائع الباطنية الحارة.

يناقش فوريل وزملاؤه حالات يبرد فيها الجزء السفلي من الغلاف الصخري القارّي بشكل كاف؛ لتهيمن فروق الكثافة الحرارية على فروق الكثافة التركيبية، ثم يصبح الغلاف الصخري السفلي الكثيف غير مستقر، ويبدأ في الانخساف والغوص إلى الباطن الحار. وبين نقاط لزجة غائصة من الغلاف الصخري، يولد انصهار الوشاح المتقلب الساخن الصهارة التي قد تغذي البراكين. واندساس هذه الصهارة في الغلاف الصخري قد يفسح المجال للتصدعات كي تفعل فعلها، حتى عند مستويات معتدلة من الإجهادات الطولية الناجمة عن تدفق الغلاف الصخري الذي تحركه الكثافة.

في نماذجهم المخبرية الأنيقة، يستخدم فوريل وزملاؤه[1,3] مائعين لزجين؛ لمحاكاة التفاعلات الممكنة بين غلاف صخري طافٍ تركيبيًّا فوق طبقة وشاح أضعف. إن بث الحرارة عبر طبقة رقيقة عالية اللزوجة سيسبب ـ بنهاية المطاف ـ أن تفوق فروقُ الكثافة الحرارية فروقَ الكثافة

التركيبية. وهذا يدفع إلى عدم استقرار تذبذبي لدى السطح الفاصل بين الطبقتين المائعتين. وتحليلهم لهذه التجارب وغيرها يشير إلى أن نشوء وتطور عدم الاستقرار هذا على الأرض يتطلب منطقة كبيرة من غلاف صخري منتظم بحالة تبريد. يعتمد الحجم المطلوب على سُمْك الغلاف الصخري السفلي الذي يمكنه التدفق تحت مستويات إجهاد معتدلة، وبقيم معقولة لهذا السُّمْك، ينبغي لكي تصبح المنطقة غير مستقرة ألّا يقل نصف قطرها عن 1000 كيلومتر. وهذا يقرب من حجم أستراليا؛ أصغر قارة في الوقت الحاضر. وكما سجل فوريل وآخرون، هي المنطقة التي حدث بها تصدُّع موزَّع منذ 800 مليون سنة.

يفسر تحليل المؤلفين لماذا لا يبدو التصدع مؤثرًا في المناطق القارِّيّة القديمة للغاية، كالمنصة القارية التنزانية. يشير الدليل إلى أن تغيرًا مضطردًا كان يطرأ في تركيب وكثافة الغلاف الصخري مع الوقت[4]. ويبدو أن الغلاف الصخري الذي تشكَّل في النصف الأول من تاريخ الأرض أشد قابلية للطفو من أن يُخسف، حتى ولو كان مثل ذلك الغلاف الصخري سميكًا للغاية، ويبلغ سمكه نحو 250 كيلومترًا (مرجع 5). وهكذا، فالغلاف الصخري الذي تشكل خلال الملياري سنة الماضية وحده الذي له التركيب الملائم، لكي يتعرض لتصدع تحركه الكثافة، ولنشاط بركاني موزع.

في هذا النموذج الجديد، تنشأ الإجهادات التي تحرك التصدُّع موضعيًّا من بنية كثافة الغلاف الصخري الذي تَصَدَّع. على نقيض ذلك.. فإن اثنتين من أكثر الآليات واسعة التداول أكاديميًّا حول التصدع القاري تعوِّلان على عمليات تنشأ بعيدًا عن منطقة التصدع. في نموذج التصدع السلبي (الهامد)[6]، تُحدِث الإجهادات المنتقلة جانبيًّا من حافة صفيحة الغلاف الصخري بقعًا ضعف موضعية؛ تمدُّه وترقُّقه. وهناك مشكلة رئيسة بالنسبة إلى النموذج السلبي، هي أن الغلاف الصخري قد يكون قويًا بما لا يسمح بمدِّه، بفرض تعرضه لمقادير معقولة من الإجهاد[7]. أما في نموذج التصدع النشط[6]، تنشأ أعمدة مواد حارة من أعماق الأرض، ربما من الحد الفاصل بين الوشاح واللب، وتدفع السطح لأعلى، مسببةً إجهادًا طوليًّا فوق الفوران الساخن[8].

إن ارتباط أكثر أحداث الانفصال القاري الكبرى بتدفق هائل للصهارة، التي أصبحت أوضح مع تأريخ أكثر ضبطًا للصهارة وتصوير جيوفيزيائي مُحَسَّن للكتل المدفونة من الصهارة، يرجح نموذج التصدع النشط. والصدوع الصغيرة التي ناقشها فوريل وزملاؤه مرتبطة بمخرجات صهارية أصغر كثيرًا، لكن في الحالتين ربما كانت الصهارة هي المفتاح الذي أتاح للتصدع أن يحدث في كل الأحوال. وينبغي لوجود الصهارة أن يسمح بتصدع الغلاف الصخري عند مستويات إجهاد أقل مما هو مطلوب دون صهارة. قد لا يتيح تدفق الصهارة الصغيرة تسخينًا وإضعافًا للغلاف الصخري بمستوى يكفي لحدوث انفصال قاري[9]. وربما كان هذا سبب تسمية التصدعات القارية الداخلية الصغيرة أحيانًا بتصدعات فاشلة.

والنشاط البركاني الذي يحدث بعيدًا عن حدود الصفيحة يُعزى عادة إلى تقلب وانصهار أعمدة الوشاح (الحارة). يُعتقَد أن هذه الأعمدة مرتبطة بمعدل إنتاج صهارة مرتفع نسبيًّا، وبالتالي هي مرتبطة بمعدل النشاط البركاني بمنطقة محلية محددة[10]. وبناء على ذلك.. فمعدل النشاط البركاني شديد الانخفاض في مواضع متعددة وواسعة التوزع عبر غرب أفريقيا يمثل مشكلة لنموذج أعمدة الوشاح.

يقدم عدم استقرار الغلاف الصخري السفلي البارد تفسيرًا لكيفية تأثير التصدع الموزّع والنشاط البركاني في عدة أجزاء من القارات، بيد أن تجارب المختبر التي أوحت بهذا النموذج تجنبت استخدام تفاوتات قوية في اللزوجة مع درجة الحرارة، والتي هي سمة أساسية لغلاف الأرض الصخري. وكَوْن أكثر الأجزاء برودةً وطفوًا سلبيًّا بالغلاف الصخري هي الأقوى أيضًا قد يعمل بدوره على كتم عدم الاستقرار. لذلك.. فإن مفهوم عدم استقرار الغلاف الصخري السفلي يحتاج تمحيصًا أكثر باستخدام تقنيات عددية يمكنها معالجة أنماط تغيرات اللزوجة المعتمدة على درجات الحرارة، التي تصعب محاكاتها في المختبر. ■

دبليو. روجر بَك يعمل بمرصد لامونت–دوهرتي للأرض، جامعة كولومبيا، باليسيدز، نيويورك، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: buck@ldeo.columbia.edu

1. Fourel, L., Milelli, L., Jaupart, C. & Limare, A. *J. Geophys. Res.* http://dx.doi.org/10.1002/jgrb.50218 (2013).
2. Forsyth, D. W. & Uyeda, S. *Geophys. J. R. Astron. Soc.* **43,** 163–200 (1975).
3. Jaupart, C., Molnar, P. & Cottrell, E. *J. Fluid Mech.* **572,** 433–469 (2007).
4. Djomani, Y. H. P., O'Reilly, S. Y., Griffin, W. L. & Morgan, P. *Earth Planet. Sci. Lett.* **184,** 605–621 (2001).
5. Jordan, T. H. *Nature* **274,** 544–548 (1978).
6. Sengör, A. M. C. & Burke, K. *Geophys. Res. Lett.* **5,** 419–421 (1978).
7. Hopper, J. R. & Buck, W. R. *J. Geophys. Res.* **98,** 16213–16221 (1993).
8. Hill, R. I. *Earth Planet. Sci. Lett.* **104,** 398–416 (1991).
9. Bialas, R., Buck, W. R. & Qin, R. *Earth Planet. Sci. Lett.* **292,** 68–78 (2010).
10. Sleep, N. H. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* **20,** 19–43 (1992).

الجيوكيمياء الحيوية

ثاني أكسيد الكربون واستخدام الماء في الغابات

يُتوقَّع من النبات أن يستجيب لتصاعد مستويات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي باستخدام أكثر كفاءة للماء. تم التوصل إلى الدليل المباشر على هذا من الغابات، بيد أن نطاق هذا التأثير سيثير نقاشًا.

بيليندا مدلين، ومارتن دي كاويه

في دراسة نشرت مؤخرًا بدوريّة «نيتشر»، أورد كينان وزملاؤه[1] أن كفاءة استخدام الغابات للماء قد ازدادت في العشرين سنة الأخيرة، ويخلصون الى أن هذه الزيادة في الكفاءة هي نتيجة للزيادات في تركيز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي. وتدعو هذه النتائج إلى إعادة تقييم نماذج دورة الكربون الأرضية.

المعلوم أن تركيز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي في تزايد بمعدلات غير مسبوقة. ففي شهر مايو هذا العام، وصل هذ التركيز 400 جزء في المليون، أي أنه يزيد بنسبة 43% عن مستواه في عصر ما قبل الصناعة عند 280 جزء في المليون (المرجع 2). حدث الجزء الأكبر من هذه الزيادة في العقود الأخيرة، حيث تجاوز معدل الزيادة في العشرين سنة الأخيرة 25%. كان ينبغي لهذه الزيادة العنيفة في ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي أن تنشط إنتاجية النبات بجميع أنحاء العالم، لأننا نعرف من التجارب أن تركيزات ثاني أكسيد الكربون المتصاعدة تزيد معدل البناء الضوئي، وتقلل استخدام الماء في النبات[3]. مثل هذه التأثيرات أساسية في فهمنا الحالي لدورة الكربون، فمثلًا، تفسر معظم نماذج دورة الكربون الأرضية الحوض الأرضي الحالي للكربون بافتراض أن مستويات ثاني أكسيد الكربون المتزايدة قد عزَّزت إنتاجية النبات[4].

إنّ اكتشاف تأثيرات ثاني أكسيد الكربون المتزايدة على الغطاء النباتي الأرضي خارج تجارب تحت السيطرة أمرٌ بالغ الصعوبة، مما أثار نقاشات كثيرة حول ما إذا كانت هذه التأثيرات تحدث بالفعل[5-10]. هناك بضعة سجلات عالية الجودة طويلة المدى لإنتاجية النبات واستخدام الماء يمكن استخدامها لاختبار مثل هذه التأثيرات. تأتي أنماط البيانات الرئيسة من مسوح الأراضي، وسجلات حلقات الأشجار، وصور الأقمار الاصطناعية، والصور الفوتوغرافية الجوية، وقياسات تدفق التيارات. كل منها مقياس غير مباشر، كما أنها غير دقيقة زمنيًّا. وحتى لدى اكتشاف اتجاهات في هذه البيانات، يظل من الصعب نسبتها إلى تصاعد مستويات ثاني أكسيد الكربون، بسبب حدوث تغيرات متزامنة في عوامل مربكة عديدة، كتساقط الأمطار، ودرجة الحرارة، ووتيرة استخدام الأرض، وتكرار اندلاع الحرائق[11].

اتخذ كينان وزملاؤه مصدرًا جديدًا للبيانات، يؤثر في هذه المشكلة. وتقنية التغاير الدوّامي أو الترابط الدوّامي (لقياس وحساب التدفق الرأسي العنيف ضمن طبقات حدود الغلاف الجوي)، التي طورت في الثمانينات الماضية لحساب كميات تبادل الغازات بين الغلاف الجوي واليابسة، ثوّرت علم الأنظمة البيئية النباتية، لأنها تراقب باستمرار الأداء الوظيفي للنظام البيئي كله على مستوى الساعة[12]. وباستخدام الأجهزة المثبتة بأعلى الغطاء النباتي، يمكن استخدام تقنية التغاير الدوّامي لقياس امتصاص الكربون واستخدام الماء في نظام بيئي كامل على مستوى مكاني يبلغ كيلومترًا مربعًا. خلال العشرين سنة الماضية، تم تنصيب أبراج التغاير الدوامي بأنحاء العالم عبر مدى واسع من أنظمة البيئة، وأصبحت مجموعات البيانات طويلة المدى وعالية الجودة متاحة[12].

استخدم المؤلفون هذه البيانات لتحليل التغيرات طويلة المدى في كفاءة استخدام الماء على مستوى النظام البيئي. تفقد النباتات الماء عن طريق البخر (النَّتْح) عندما تفتح مسامها لتستقبل ثاني أكسيد الكربون من أجل عملية البناء الضوئي، كما أن فعالية استخدام الماء هي مقياس لمعدل استبدال النبات الكربون، بدلًا من الماء. ويُتوقع أن يكون هذا المقياس مؤشرًا جيدًا لتأثير تركيزات ثاني أكسيد الكربون المتصاعدة على الغطاء النباتي. ولأن مستويات ثاني أكسيد الكربون

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



HARRY SPURLING/CORBIS

الشكل 1| تدفق البخار. حلل كينان وزملاؤه[1] تدفق بخار الماء وثاني أكسيد الكربون فوق غابات النصف الشمالي من الأرض، مثل ويلو كريك، في كاليفورنيا (في الصورة).

المتصاعدة تزيد امتصاص الكربون بواسطة النبات وتخفض استخدام النبات للماء، ينبغي أن تكون تأثيرات المستويات الأعلى من ثاني أكسيد الكربون على كفاءة استخدام الماء أكبر وأكثر اتساقًا من التأثيرات على اكتساب الكربون أو على استخدام الماء منفردين.

وأورد كينان وزملاؤه أن فعالية استخدام الماء في أجواء الغابات في النصف الشمالي من الأرض (الشكل 1) في العقدين الأخيرين تُظْهِر اتجاهًا تصاعديًّا لافتًا. كان الاتجاه متسقًا بدون نقصان في أي من الواحد والعشرين موقعًا قيد الدراسة. كما كانت معدلات الزيادة في كل المواقع كبيرة (بمتوسط سنوي 3%)، وبدلالة إحصائية كبيرة.

ولإثبات أن هذه الزيادة تعود الى مستويات ثاني أكسيد الكربون المتصاعدة بالغلاف الجوي، نظر كينان وزملاؤه في مجموعة من العوامل المربكة (المتداخلة) المحتملة. ووجدوا أنه بامتداد الواحد والعشرين موقعًا، ليس هناك أنماط أو وتائر ملحوظة في المتغيرات الجوية (هطول الأمطار والثلوج، وسرعة الرياح، ودرجة الحرارة، والرطوبة) أو في الخصائص البنيوية لأسطح الغطاء النباتي (مساحة الورقة، ومحتوى الورقة من النيتروجين، وخشونة السطح النباتي) يمكنها تفسير الزيادة الملحوظة في كفاءة استخدام الماء. ويخلص المؤلفون الى أن هذا الاتجاه في كفاءة استخدام الماء يتسق تمامًا مع تأثير التخصيب الكبير لثاني أكسيد الكربون المتزايد.

ربما تثير هذه النتائج المبنية على المشاهدات جدالًا واسعًا وأبحاثًا أكثر، فرغم أن الاتجاه المسجَّل مقنع، إلا أن مقدار الاتجاه أكبر كثيرًا مما يمكن التنبؤ به، اعتمادًا على معرفتنا القائمة باستجابة النبات لثاني أكسيد الكربون. وكانت تجارب تحت السيطرة[13-15] ـ على مدى عقود ـ قد وجدت بشكل متسق أن تركيز ثاني أكسيد الكربون بين الخلايا (Ci) في النسيج الذي يقوم بالبناء الضوئي يتناسب (طرديًّا) مع تركيز ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي (Ca)، مما يعني أن النسبة بينهما Ci/Ca قيمة ثابتة. بيد أن الاتجاه الذي حدده كينان وزملاؤه يعني ضمنًا أن ثاني أكسيد الكربون بين الخلايا ظل ثابتًا، أي أن قيمة نسبة Ci/Ca تناقصت بشدة مع التركيزات المتزايدة لثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي.

وبتعبير آخر.. وجدت تجارب تحت السيطرة[16,17] أن تأثير مستويات ثاني أكسيد الكربون المتزايدة بالغلاف الجوي في كفاءة استخدام الماء يتناسب طرديًا تقريبًا مع الزيادة في ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي. وعلى نقيض ذلك.. ووفقًا لحساباتنا، تبلغ زيادة كفاءة استخدام الماء التي توصل اليها كينان وزملاؤه في بيانات التغاير الدوامي تزيد تقريبًا بستة أضعاف على الزيادة المناظرة لها في ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي. وبناء على ذلك.. أظهر المؤلفون أن النماذج الحالية لدورة الكربون الأرضية لا تستوعب مقدار الاتجاه الناجم عن استخدام تقنية التغاير الدوّامي. وكان ينبغي توقع هذا، لأن النماذج تطورت من بيانات ومعطيات تجارب تحت السيطرة وتتسق معها[17].

هكذا تقدم دراسة كينان وزملائه تحديًا مثيرًا لفهمنا حول كيفية أداء النظام البيئي لوظائفه، فهناك زيادة ملحوظة في كفاءة استخدام الماء، لا نستطيع تفسيرها حاليًا. المغزى هنا إما أن النباتات أكثر استجابة بشكل ملحوظ لتصاعد مستويات ثاني أكسيد الكربون مما كان يُعتقد، وإما أن هناك عوامل أخرى مجهولة وراء هذا الاتجاه الملحوظ في بيانات التغاير الدوّامي. ووجهة نظرنا أن من غير المرجح أن يكون تقدير تأثير ثاني أكسيد الكربون في كفاءة استخدام الماء مبخوسًا سابقًا بالمقدار الذي اقترحه كينان وزملاؤه، لأن استجابة كفاءة استخدام الماء لمستويات ثاني أكسيد الكربون يمكن التنبؤ بها في تجارب تحت السيطرة[16,17]، لكنّ المؤلفين استبعدوا معظم العوامل التي يمكن أن تحرك هذا الاتجاه في كفاءة استخدام الماء. ومن الجَلِيّ أن هناك حاجة لأبحاث أكثر لفهم هذه النتائج، تشمل دراسات طويلة المدى، تتكامل مع تيارات من بيانات الملاحظة، مثل قياس التغيرات في الكتلة الحيوية للنبات، واستخدام الماء بواسطة كل الأنظمة البيئية. ■

بيليندا مدلين، ومارتن دي كاويه يعملان بقسم علوم الحياة، جامعة ماكويري، نورث رايد، نيو ساوث ويلز، ويلز، أستراليا.
البريد الإلكتروني: belinda.medlyn@mq.edu.au; mdekauwe@gmail.com

1. Keenan, T. F. *et al. Nature* **499,** 324–327 (2013).
2. www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends
3. Eamus, D. & Jarvis, P. G. *Adv. Ecol. Res.* **19,** 1–55 (1989).
4. Arora, V. K. *et al. J. Clim.* http://dx.doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00494.1 (2013).
5. Lewis, S. L., Malhi, Y. & Phillips, O. L. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* **359,** 437–462 (2004).
6. Gedney, N. *et al. Nature* **439,** 835–838 (2006).
7. Piao, S. L. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **104,** 15242–15247 (2007).
8. Wright, S. J. *Glob. Change Biol.* **19,** 337–339 (2013).
9. Clark, D. A., Clark, D. B. & Oberbauer, S. F. *J. Geophys. Res.* **118,** 1–12 (2013).
10. Silva, L. C. R. & Anand, M. *Glob. Ecol. Biogeogr.* **22,** 83–92 (2013).
11. Donohue, R. J., McVicar, T. R. & Roderick, M. L. *Glob. Change Biol.* **15,** 1025–1039 (2009).
12. Baldocchi, D. *Aust. J. Bot.* **56,** 1–26 (2008).
13. Wong, S. C., Cowan, I. R. & Farquhar, G. D. *Plant Physiol.* **78,** 821–825 (1985).
14. Drake, B. G., Gonzàlez-Meler, M. A. & Long, S. P. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* **28,** 609–639 (1996).
15. Ainsworth, E. A. & Rogers, A. *Plant Cell Environ.* **30,** 258–270 (2007).
16. Barton C. V. M. *et al. Glob. Change Biol.* **18,** 585–595 (2012).
17. De Kauwe, M. G. *et al. Glob. Change Biol.* **19,** 1759–1779 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفيزياء الفلكية

كيف ترصد رياحًا مَجَرِّيَّة

كشفت أرصاد تليسكوب مجموعة أتاكاما المليمتري الكبير بصحراء أتاكاما في تشيلي خواصَّ الطور الجزيئي البارد للرياح المنبعثة من مجرة تشكيل نجمي قريبة.

مارك ويستموكيت

نشر بولاتّو وزملاؤه[1] مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» تقريرًا حول أرصاد رائدة لقياسات تداخلية لانبعاث أول أكسيد الكربون من النواة والمنطقة المركزية (البالغة ألفي فرسخ فلكي) لمجرة تشكل نجمي قريبة. أتاحت حساسية الأرصاد ودقتها العاليتان للباحثين اكتشاف آثار غاز جزيئي مرتبط بنوع معروف من الرياح الفائقة، وقياس معدل تدفقها الكتلي للمرة الأولى.

عند تفاعل المجرات أو اندماجها، يمكن أن تتوجه كميات كبيرة من الغاز إلى الداخل نتيجة قوى الجاذبية للمجرات. وفي ظل الظروف المناسبة، يمكن أن يطلق هذا اندفاعًا هائلاً في تكوين النجوم في قلب إحدى المجرتين أو كلتيهما، وهو ما يعرف بالتفجر النجمي. والطاقة المنطلقة ـ أو المرتدة ـ من كل هذه النجوم الشابة في صورة إشعاع أو رياح (جسيمات غاز سريعة الحركة منطلقة من النجوم) يُمكن أن تؤثر بشكل ملحوظ في الغاز المتبقي بالجوار.

إنّ حدثًا مثل تكوين نجم مفرد قصير العمر بمجرة له تأثير يشبه الانفجار. فالطاقة المنطلقة من النجوم الجديدة تُشكل موجة صَدم تضغط الغاز المحيط في فقاعة متمددة. وإذا تضخمت الفقاعة إلى حجم يقارب حجم المجرة نفسها، يشار إليها كفقاعة فائقة، لكن إذا استمر التفجر النجمي فترة ممتدة، تتضخم الفقاعة الابتدائية وتنفجر، والحقن القائم للطاقة يدفع الغاز إلى تدفق المادة المستمر، وهو ما يُسمَّى رياح المجرة، أو الرياح الفائقة[2].

لا تزال الآليات الدقيقة للكيفية التي تسرّع بها النجوم الغاز ـ وتدفعه إلى الخارج ـ موضوعات ساخنة للنقاش[3،4]. ولا يمكن وضع قيود للتنبؤات النظرية، إلا من الأرصاد، ونظرًا إلى أن رياح المجرات تتكون بمعظمها من مواد منخفضة الكثافة جدًّا تتراوح درجة حرارتها بين خمسة مستويات عالية جدًّا، فذلك يعني صعوبة الحصول على أرصاد ذات معنى. وحتى وقت قريب، كان معظم فهمنا لرياح المجرات يأتي من طور غازات متأينة دافئة (10 آلاف كلفن)، وطور غازات متعادلة أكثر برودة (5 آلاف كلفن) توجد في الرياح، لأنها تشع أو تمتص الضوء في الجزء البصري المتاح بسهولة من الطيف. ومع ذلك.. لا تحتوي هذه الأطوار على معظم الطاقة ـ التي تكون في طور انبعاث الأشعة السينية الساخن ـ ولا تحتوي على معظم المادة التي تكون في الطور الجزيئي البارد.

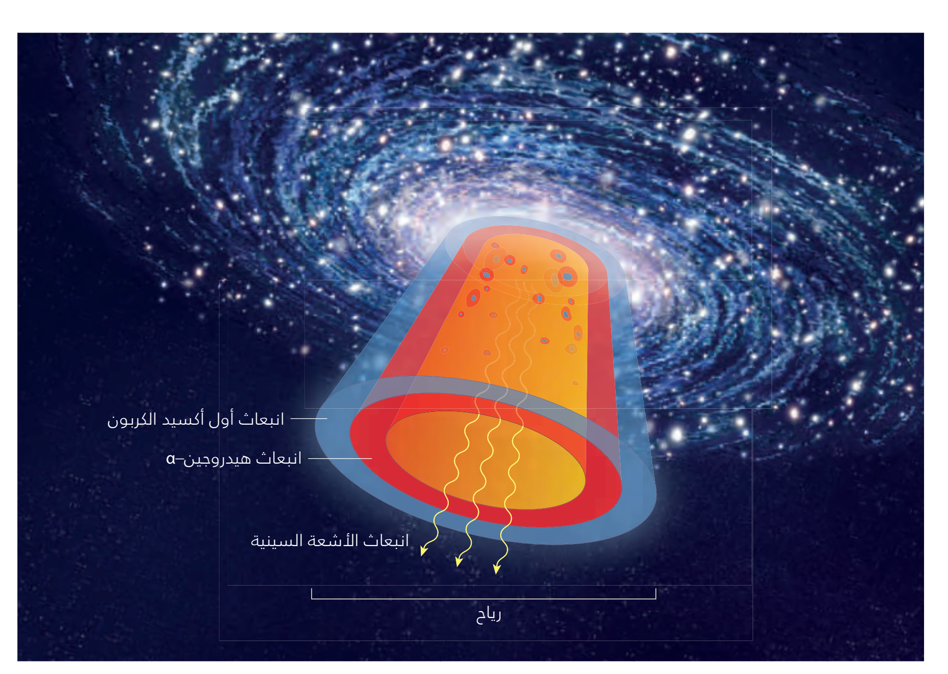
في السنوات القليلة الماضية فقط، امتلكنا قدرة اكتشاف انبعاثات الطور الجزيئي (المحمَّل بالكتلة) للتدفق في المجرات القريبة. هذا بفضل تحسينات الحساسية التي أتاحتها تقنية التليسكوبات المستجدة، كالمجموعة الكبيرة جدًّا (VLA) في نيومكسيكو، ومقياس التداخل «إيرام» IRAM في هضبة دي بوريه بفرنسا، وبقيام مرصد «هيرشل» Herschel الفضائي الأوروبي، ومؤخرًا مجموعة تليسكوب أتاكاما المليمتري الكبير «ألما» ALMA في تشيلي. إحدى النتائج المدهشة لهذه الدراسات أن الرياح الجزيئية الهائلة أكثر شيوعًا مما كان يُعتقد. ومع ذلك.. تظل عدة أسئلة بلا إجابات؛ مما يحتّم استكشافات مفصّلة للأمثلة الأقرب لهذه الرياح.

في هذه الدراسة، أورد بولاتّو وزملاؤه أرصادًا ـ أجريت بواسطة تليسكوب «ألما» خلال العام الأول من التشغيل ـ لإحدى أقرب مجرات التفجر النجمي ذات الرياح الفائقة المعروفة جيدًا، وهي مجرة «إن جي سي253» NGC253. وهذا أتاح لهم تصوير انبعاث غاز أول أكسيد الكربون البارد في المجرة باستبانة لا تُصَدَّق، تبلغ 50 فرسخًا فلكيًّا. والحساسية غير المسبوقة لأرصاد الباحثين كشفت عددًا من أشرطة انبعاثات أول أكسيد الكربون الباهتة جدًّا على ارتفاعات تتراوح بين 120 و320 فرسخًا فلكيًّا للمرة الأولى. يطابق تشكيل هذه الخيوط عن كثب رياح الغاز المتأين المعروفة، مما يدل بوضوح على أن التدفق الخارجي يحتوي مكونًا جزيئيًّا أساسيًّا.

اكتشف الباحثون أيضًا أن السمات البارزة للغاز الجزيئي تبدو مرتبطة بالأغلفة الجزيئية المتمددة المكتشَفة سابقًا[5] ـ والواقعة على أي جانب لمنطقة التفجر النجمي ـ مما يضيف رابطًا آخر بين التفجر النجمي والرياح. الفكرة القائمة على دراسات سابقة للرياح أن مائع الرياح الساخنة (درجات حرارة تفوق 610 كلفن)، وتحركها القوة المتراكمة لجميع النجوم حديثة التكوين، تتفاعل مع الغاز الموجود في قرص المجرة وهالتها لدى تدفقها إلى الخارج. وفي طبقات الغاز البارد باضطراد المحيطة بالرياح الساخنة والكامنة فيها، تنشأ انبعاثات هيدروجين–α الضوئية (مقتفيةً أثر الغاز المتأين الساخن عند درجات حرارة تقارب 10 آلاف كلفن) وانبعاثات أول أكسيد الكربون الجزيئية (مقتفيةً أثر الغاز البارد عند درجات حرارة تقارب 100 كلفن) (الشكل 1).

إنّ حساسية أرصاد الباحثين أتاحت لهم أيضًا إجراء قياسات مباشرة لسرعة التدفق الجزيئي ومعدل التدفق. فوجدوا أن معدل تدفق الكُتلة الكلي أكبر بثلاث مرات من معدل تكوين النجوم السابق قياسه. وهناك قدر كبير من عدم اليقين في هذه القياسات يعود إلى صعوبة التحويل من كتلة أول أكسيد الكربون المتدفقة المقاسة إلى الكتلة المتدفقة الكلية المتنبأ بها، وفي تطبيق التعديلات الهندسية الإحداثية الصحيحة (في درجة المَيْل، مثلا)، لكن يبدو مؤكدًا أن معدل التدفق أكبر من معدل تكوين النجوم.

تُبرِز هذه النتائج أسئلة بلا إجابات.. أولها يتعلق بمعدل استنفاد الغاز، وعمر التفجر النجمي: إذا كان التفجر النجمي يقذف كميات غاز هائلة، فإلى متى يمكن أن يستمر التفجر النجمي، علمًا بأنه يطرد الوقود اللازم لتكوين النجوم في المستقبل (أي يُخمِد نفسه)؟ ثانيًا، كيف يتم توليد الطاقة اللازمة لطرد هذه الكمية من المادة؟ فمعدل تدفق الكُتلة يضع قيودًا على الآليات الفيزيائية الضرورية لطرد هذه المادة، وبالتالي تمثل مدخلات (معطيات) مهمة للنماذج النظرية الجديدة. وأخيرًا، كم من هذه المادة المطرودة يُعاد امتصاصه لاحقًا؟ فمن أهم المجهولات عن تدفق التفجر النجمي: ما



الشكل 1| بنية الرياح الفائقة في مجرة التفجر النجمي NGC253. يُعتقد أن الرياح المقذوفة من مجرة NGC253 بواسطة التفجر النجمي المركزي لها بنية مخروطية تقريبًا، وطبيعة حرارية طبقية. المركز ممتلئ بالغاز السريع الساخن (درجة الحرارة حوالي 610 كلفن) الباعث للأشعة السينية، ومحاط بطبقات من الغاز الأبرد (10 آلاف كلفن) الباعث لهيدروجين–α والغاز الجزيئي البارد (100 كلفن) الباعث لأول أكسيد الكربون. وتُظْهِر نتائج بولاتو و زملائه[1] بوضوح طبقة أول أكسيد الكربون الباردة هذه عند حواف الأطوار الأدفأ. ويُعتقد أن الطور الساخن يحتوي على سحب من المادة الباردة حملتها الرياح6.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

إذا كان أيٌّ من الغازات المطرودة يمكنه الهروب من المجرة بالفعل، فإنْ لم يتم تحريكها بعيدًا بشكل كاف، فقد تَعْلق في هالة المجرة، وتبرد، ثم تعود لاحقًا، بحيث يمكنها المشاركة بفاعلية في نشوء تفجر نجمي في المستقبل، وهو ما يُحتمَل حدوثه حاليًا في مجرة التفجر النجمي «أم82» M82.

ورغم تصوير غاز أول أكسيد الكربون الجزيئي بمنطقة النواة في مجرة التفجر النجمي NGC253 سابقًا[5]، تمثل دراسة بولاتّو وزملائه خطوة كبيرة إلى الأمام في الارتقاء بحساسية الصور واستبانتها، وتقدم نتائج جديدة عن خواص الرياح. تعرض الدراسة أيضًا القدرات الثورية لمرصد «ألما» في سنته الأولى فقط باستخدام 16 فقط من 66 مستقبلاً هوائيًّا (Antenna) قيد الخطة. ■

مارك ويستموكيت يعمل بالمرصد الأوروبي الجنوبي، جارتشنج، ألمانيا.
البريد الإلكتروني: westmoquette@gmail.com

1. Bolatto, A. D. *et al. Nature* **499,** 450–453 (2013).
2. Veilleux, S., Cecil, G. & Bland-Hawthorn, J. *Annu. Rev. Astron. Astrophys.* **43,** 769–826 (2005).
3. Murray, N., Ménard, B. & Thompson, T. A. *Astrophys. J.* **735,** 66 (2011).
4. Hopkins, P. F., Quataert, E. & Murray, N. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **421,** 3522–3537 (2012).
5. Sakamoto, K. *et al. Astrophys. J.* **636,** 685–697 (2006).
6. Strickland, D. K., Heckman, T. M., Weaver, K. A., Hoopes, C. G. & Dahlem, M. *Astrophys. J.* **568,** 689–716 (2002).

السرطان

العلاج المحسوب

تقترح نماذج رياضية غُذيت ببيانات المرضى أن العلاج المركب أكثر فعالية من العلاج التسلسلي في منع مقاومة السرطان للعقاقير. وهذا النهج التنبؤي قد يمهِّد الطريق لعلاجات شخصية.

ناتاليا ل. كوماروفا، و سي. ريتشارد بولاند

في دراسة نشرت مؤخرًا بمجلة «إي لايف» *eLIFE*، استخدمت إيفانا بوزيتش وزملاؤها[1] نهجًا رياضيًا لدراسة تطور الأورام واستجابتها للعلاج الكيميائي. في أحد الأمثلة، يصف الباحثون مريضًا بسرطان الجلد «ميلانوما»، وتتسم حالته بعبء ورمي يقدّر بنحو 9.8×10^{10} خلية، بالإضافة إلى ثمانية أورام ثانوية نقيلة،منبثة بأماكن أخرى. تنبأ نموذجهم بأن احتمال السيطرة على المرض باستخدام عقار واحد يبلغ صفرًا%، لكن احتمالات نجاح العلاج يمكن أن ترتفع إلى 88% لدى العلاج المركب بعقارين. يقدم هذا النهج نظرة كمية جريئة لتصميم علاج استهدافي للسرطان.

اجتاز البحث عن علاجات للسرطان طريقًا طويلاً وشائكًا، بإخفاقات وخيبات أمل فاقت لمحات النجاح. وكان قد تحقق اختراق معرفي كبير في التسعينات الماضية بتطوير دواء يسمى «إيماتينيب» imatinib. هذا العقار المثبط لإنزيمات كيناز التيروزين أظهر نجاحًا باهرًا في علاج اللوكيميا النقوية المزمنة (CML). يتعرف «إيماتينيب» ومثبطات أخرى صغيرة الجزيئات على الخلايا السرطانية وتهاجمها، لكن تتجنب الخلايا الطبيعية، مما يقلل الآثار الجانبية، مقارنة بالعلاج الكيميائي التقليدي. ومنذ اكتشاف «إيماتينيب»، تم تطوير عشرات المثبطات الأخرى لعلاج مختلف السرطانات، غير أن الإثارة الأولى التي أحاطت بهذه الأدوية فترت بظهور مقاومة العقاقير، وهي ظاهرة يعاود فيها المرض بعد أشهر من نجاح العلاج الأولي[2].

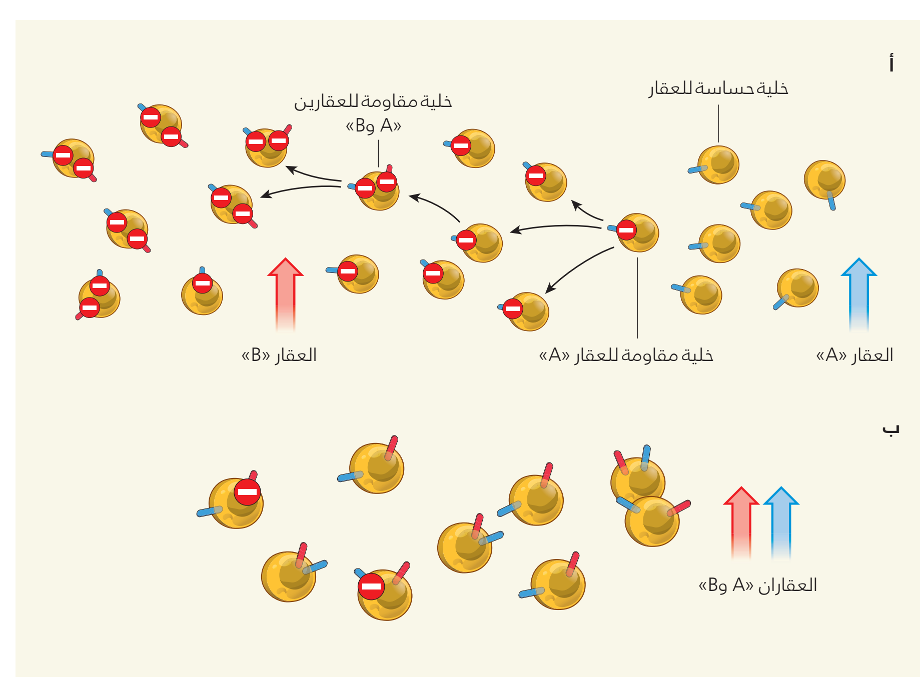
يمثل السرطان عملية تطور داروينيّة، فينشأ بعضو معين. والخلايا الطبيعية تنقسم وتموت، ومع كل انقسام هناك فرصة صغيرة لتغير (تحوُّر) وراثي. وغالبية تلك التحورات ضارة، وتموت الخلايا دون أن تترك ذُرِّيّة، لكن بعض الخلايا تكتسب خصائص جديدة تعزز النمو أو البقاء على قيد الحياة، ويمكن أن تؤدي إلى سرطان. التحدي الأكبر للعقاقير التي تستهدف مثل هذه الخلايا هو أن تتطور الطفرات أكثر بما يؤدي إلى مقاومة العقاقير. والجمع بين عدة عقاقير لها آليات عمل متميزة قد يقدم حلًا لهذه المشكلة. أُدخِل مفهوم «كوكتيل الأدوية» في 1996 في سياق معالجة الإيدز. هنالك، أدى ظهور سلالات فيروسية مقاومة للعلاجات بعقار واحد إلى إخفاق جميع المحاولات السابقة للسيطرة على المرض. وتطوُّر الفيروس في مريض يماثل نظريًّا تطور الخلايا السرطانية، ولذا.. قد تعمل استراتيجيات علاجية متماثلة جيدًا لعلاج المرضين.

والممارسة الحالية الشائعة لعلاج السرطان بمثبطات صغيرة الجزيئات تقوم على إعطاء الأدوية الفاعلة بشكل تسلسلي، بدءًا بعقار من «الصف الأول» والتحول إلى علاجات «الصف الثاني» في حالة معاودة الورم. وقامت بوزيتش وزملاؤها بتقييم فاعلية هذا النهج باستخدام تقنيات رياضية متطورة مع بيانات لمرضى سرطان الجلد (ميلانوما)، أو سرطانات البنكرياس أو القولون والمستقيم. بيَّن الباحثون بصورة مقنعة أن استراتيجيات العلاج التسلسليّة «تَحُول دون أي فرصة للشفاء»، حتى في حالة أفضل سيناريو، حيث لا تؤدي أي طفرة إلى مقاومة عقاريّ الصف الأول والثاني، لكنهم أظهروا أن مزج عقارين أو أكثر في آن واحد يمكن أن يقدم أملًا لمرضى في أشد الحاجة إليه.

واتضح في السنة الماضية[3] وجود الخلايا الطافرة المقاومة للأدوية عادة بمستويات منخفضة في الأورام قبل بدء العلاج، لكن العلاج بدواء واحد يعطي أفضلية تنافسية للطافرات المقاوِمة لهذا الدواء، لدرجة أنه لدى التحول إلى علاج من الصف الثاني، هناك فرصة كبيرة لأنْ تكون طافرة مقاومة أيضًا للدواء الثاني (طافرة مزدوجة المقاومة) قد ظهرت بالفعل (الشكل 1)، لكن العلاج المركب يستأصل الخلايا أحادية المقاومة للأدوية، وبالتالي ـ نظرًا إلى انخفاض احتمال ظهور خلية مزدوجة التطفر في هذا التجمع الخلوي ـ فإنه يزيد كثيرًا فرص النجاح.

وأكبر عقبة تواجه العلاجات المركبة هي ظاهرة المقاومة العابرة للعقاقير (المتصالبة)، حيث تمنح طفرةٌ واحدة مقاومةً ضد أكثر من عقار واحد. وحتى إذا ولّدت تلك الطافرات، يقدر الباحثون أن العلاج المركب يمكن أن يكون مفيدًا في بعض الحالات، بينما لا تقدم استراتيجيات الدواء المفرد والعلاجات التسلسلية أملًا.

وأظهرت تحليلات رياضية سابقة[4] أيضًا أن العلاجات الدورية غير فعالة، مقارنة بالعلاجات المركبة، وأفضى ذلك إلى اقتراح[5] بأن الجمع بين ثلاثة أدوية مضادة للسرطان سيكون ضروريًّا لعلاج اللوكيميا النقوية المزمنة. وقد سبق أيضًا مناقشة[6] أنه حتى في وجود طفرات بمقاومة عابرة للعقاقير في اللوكيميا النقوية المزمنة، تمنح العلاجات المركبة المرضى فرصةً أفضل للشفاء مما تفعل العلاجات



الشكل 1| العقار المفرد مقابل العلاج المركب. أ، أثناء العلاج باستخدام عقار واحد فقط، الخلية التي تكتسب طفرة، تسبب مقاومة العقار، ستتمتع بأفضلية تكاثرية. وعندما يتم التعرف على ذلك، ويبدأ العلاج باستخدام عقار ثان، يُرجَّح ظهور خلية تقاوم العقارين. **ب،** ابتداء العلاج باستخدام العقارين معًا يعني أن الخلايا المكتسبة مقاومة فردية ستُستأصل فورًا بواسطة العقار الآخر. استخدمت بوزيتش وزملاؤها[1] نماذج رياضية؛ لإظهار أن هذا النهج يزيد من فرص العلاج الفعال.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بدواء مفرد. والدراسات المخبرية[7] التي قارنت خلايا اللوكيميا النقوية المزمنة المعالجة بواسطة مثبط واحد صغير الجزيء بخلايا معالجة بواسطة مزيج من اثنين أو ثلاثة مثبطات أظهرت أن العلاج المركب كبح تكاثر الخلايا بفعالية أكثر، لكن بنجاح بوزيتش وزملائها في توليف أساليب نظرية وتجريبية، وتطبيق التحليل على أورام صلبة، حققت دراسات النماذج هذه قفزةً إلى الأمام.

الأهم من ذلك.. أن ورقة الباحثين ترسم خريطة طريق لعلاجات مستقبلية شخصية، بإظهار أن متغيرات (بارامترات) محددة لمريض يمكن قياسها واستخدامها في نموذج رياضي؛ لحساب احتمالات نجاح العلاج، ولتصميم أفضل استراتيجية علاجية ممكنة. واستخلص الباحثون متغيرات الورم ـ بما فيها حجمه عند عرضه، ومعدلات انقسام الخلايا وموتها، وتغيرات في البارامترات الحركية ذات الصلة بعد العلاج ـ من 20 مريضًا بالميلانوما عولجوا بواسطة المثبط صغير الجزيء «ڤيمورافنِب vemurafenib». بهذه المعلومات، استطاعوا التنبؤ بالنتيجة الأكثر احتمالا لعلاجات فردية وثنائية وثلاثية لكل مريض.

هناك مستقبل مشرق لهذا النهج.. فكلما توفرت أدوية جديدة ومعلومات أكثر عن الآليات الدقيقة لعمل العقاقير، أمكن تحسين النموذج مرارًا وتكرارًا. فمثلاً، هناك حاليًا تركيز بحثي قوي على لدونة الخلايا، وعدم تجانس الخلايا داخل الورم، ودور خلايا السرطان الجذعية، لكن ليس معروفًا كيف يؤثر وجود خلايا سرطانية مختلفة الخصائص في حساسية الورم للعلاجات المستهدِفة. وبالإضافة إلى ذلك.. تكاليف تطور مقاومة الخلية لم تحدَّد كميًّا بمعظم الحالات، وكذا معدلات التطفر للتغيرات الجزيئية بمختلف أنواعها، رغم أن تقديرات قد وضعت لعدد الطفرات التي تمنح مقاومة عقاقير معينة في اللوكيميا النقوية المزمنة[7,8]. والمضاعفات المحتملة لمزيج العقاقير ـ بما فيها السُّمِّية وتفاعلات العقاقير غير المرغوبة ـ يجب أن تؤخذ أيضًا في الاعتبار. لكن الرسالة الإجمالية مدوية وواضحة: الرياضيات تستطيع أن تساعد في حساب استراتيجيات العلاج، وتكمن أفضل الآمال حتى الآن في العلاجات المركبة. ■

ناتاليا ل. كوماروفا تعمل بأقسام الرياضيات وعلوم البيئة والبيولوجيا التطورية، جامعة كاليفورنيا، إرفاين، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: komarova@uci.edu
سي. ريتشارد بولاند يعمل بقسم أمراض الجهاز الهضمي، المركز الطبي بجامعة بايلور، دالاس، تكساس، الولايات المتحدة.

1. Bozic, I. *et al. eLIFE* **2,** e00747 (2013).
2. Zhang, J., Yang, P. L. & Gray, N. S. *Nature Rev. Cancer* **9,** 28–39 (2009).
3. Diaz, L. A. Jr *et al. Nature* **486,** 537–540 (2012).
4. Katouli, A. A. & Komarova, N. L. *Bull. Math. Biol.* **73,** 549–584 (2011).
5. Komarova, N. L. & Wodarz, D. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **102,** 9714–9719 (2005).
6. Komarova, N. L., Katouli, A. A. & Wodarz, D. *PLoS ONE* **4,** e4423 (2009).
7. Bradeen, H. A. *et al. Blood* **108,** 2332–2338 (2006).
8. Katouli, A. A. & Komarova, N. L. *PLoS ONE* **5,** e12300 (2010).

علم المناخ

اعتدالان موسميّان متباينان

تُظهِر قياسات مبتكرة لاضطرابات المحيط أن امتزاج المياه الباردة من أسفل يجعل سطح المياه في المحيط الهادئ الاستوائي أكثر برودةً في سبتمبر منه في مارس.

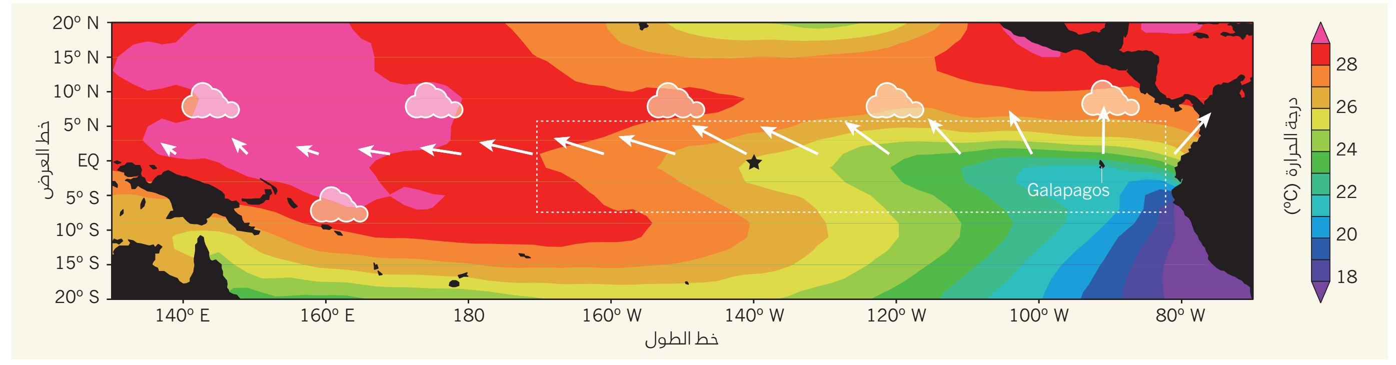
شانج–بنج شيه

تشهد البلاد الاستوائية ـ مثل إندونيسيا والإكوادور ـ أمطارًا رعدية، وتتميز بغاباتها المطيرة الخصبة. في سبتمبر 1835، عندما وضع تشارلز داروين قدمه على جزر جالاباجوس وهو أرخبيل جزر استوائية يبعد 1000 كيلومتر غرب ساحل الإكوادور، لم يجد شيئًا من الأمطار الرعدية والغابات المطيرة، بل وجد أرضًا جافة وأشجارًا جرداء «في إقليم استوائي، لكن بدون الجمال الذي يرافق عادة هذا الموقع»[1]. تعتبر مياه البحر السطحية الباردة التي تحافظ على جفاف جزر جالاباجوس جزءًا من بنية بمستوى حوض تسمى «اللسان الاستوائي البارد»، والمعلوم أن منشأه أسفل المياه السطحية. لكن كيفية وصول الماء البارد إلى السطح لم يتم قياسها أبدًا بشكل مُرضٍ خلال دورة موسمية، وذلك بسبب التكلفة الباهظة لتشغيل السفن في محيط بعيد.

وكان موم وزملاؤه[2] قد نشروا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» قياسات عدة سنوات لاضطرابات المحيط باستخدام أداة متطورة، تسمى «إكس–بود» X-pod، التي يتم إرساؤها في المحيط (الشكل 1). وأظهر الباحثون أن دوامات بحرية صغيرة بقطر دائري أقل من متر واحد تجلب المياه الباردة من طبقة الانحدار الحراري (طبقة مياه المحيط التي تفصل بين المياه الدافئة الأعلى والمياه الباردة العميقة) إلى سطح البحر. وتمكنت أداة «إكس–بود» الجديدة أخيرًا من التقاط العلاقة بين اضطرابات المحيط والمناخ، وتَعِد بتحسينات مهمة لنماذج مناخ العالم.

ولتفسير غياب الحيود المرجانية حول جزر جالاباجوس، قاس داروين درجة حرارة سطح البحر، وكانت 20 درجة مئوية خلال إقامته في الجزر 35 يومًا[3]، وهي قريبة لقياسات مناخ هذه المنطقة بشهر سبتمبر (21 درجة مئوية)، لكن أقل كثيرًا منها بغرب المحيط الهادئ (29 درجة مئوية) بهذا الوقت من السنة. لو جاء داروين إلى الجزر في شهر مارس؛ لوجد في انتظاره أشجارًا ذات أوراق خضراء يانعة. ففي شهر مارس، تبلغ درجة حرارة سطح البحر 27 درجة مئوية تقريبًا، وهي درجة دافئة تسمح بهَطْل الأمطار. وتعتبر الدورات السنوية لدرجات حرارة سطح البحر لغزًا، نظرًا إلى معرفتنا بأن التغيرات الموسمية في الحرارة يسببها تغير محلي في الإشعاع الشمسي. توعبر الشمس المناطق الاستوائية مرتين سنويًا خلال الاعتدالين الموسميين في مارس وسبتمبر، لكن درجات حرارة سطح البحر بين توقيت الاعتدالين الجوِّيَّين تختلف بفارق ضخم: 6 درجات مئوية. فما الذي يجعل سبتمبر أكثر برودة من مارس في أرخبيل جالاباجوس؟

بسبب دوران الأرض، تدفع الرياح الشرقية الحركة تصاعديًّا في المحيط الهادئ عند خط الاستواء، فتأتي بالمياه الباردة من طبقة الانحدار الحراري إلى سطح المحيط، وهي عملية تسمى التقلبات الرأسية. كذلك، تسبب الرياح الجنوبية تقلبات رأسية طفيفة على بعد



الشكل 1| مناخ المحيط الهادئ الاستوائي. يُظهِر الشكل درجة حرارة سطح الماء بالمحيط الهادئ الاستوائي في شهر سبتمبر، بجانب سرعة الرياح (الأسهم البيضاء) على خط الاستواء وموقع تيارات الحمل الحراري الجوية (أشكال السُّحُب). وتشير النجمة السوداء إلى مواقع العوامات التي استخدمها موم وزملاؤه[2] في قياس اضطرابات المحيط. ويشير المستطيل المنقط إلى شكل يشبه لسانًا يتميز ببرودة درجات حرارته على خط الاستواء.

100–200 كيلومتر جنوب خط الاستواء[4]. لا يظهر محور التماثل المناخي في هذه الحالة على خط الاستواء الجغرافي، بل على بعد 1000 كيلومتر شمالا بمنطقة الالتقاء الاستوائية، حيث تلتقي أنظمة الرياح الجنوبية والشمالية التجارية لتولد أمطارًا رعدية متواترة. ولأن منطقة الالتقاء الاستوائية توجد شمال خط الاستواء، فإن خط الاستواء نفسه ينتمي مناخيًّا إلى نصف الأرض الجنوبي، لكونه دافئًا في مارس، وباردًا في سبتمبر[5]. ففي سبتمبر، يسرّع التسخين الموسمي لنصف الكرة الشمالي والتبريد الموسمي بنصف الكرة الجنوبي قوة الرياح التجارية الجنوبية الشرقية؛ مما يكثف تقلبات المحيط الرأسية. وفي مارس يتراجع التسخين الموسمي بنصف الأرض الجنوبي، لكن لا يعكس اتجاه الرياح الاستوائية الجنوبية الشرقية، مما يؤدي إلى كبح تقلبات المحيط الرأسية. لذلك.. فإن الرياح التجارية الجنوبية الشرقية تكتسب دورة سنوية في السرعة التي تحرك اختلافات سنوية في تقلبات المحيط الرأسية ودرجات حرارة سطح البحر قرب خط الاستواء[6].

تدفع التقلبات الرأسية الانحدار الحراري قرب السطح، لكنها تتعامل مع اضطرابات المحيط على مستويات دون المتر، لخلط مياه الانحدار الحراري الباردة مع الطبقة السطحية لمياه البحر. ويتم إجراء قياسات لهذا الخلط المائي بالمحيط عن طريق إنزال جامعات عيِّنات متناهية الصغر من السفن، لكن لا أحد يتحمل تكاليف إبقاء سفينة بحثية بمنطقة الاستواء لمدة سنة كاملة، وهي أقل فترة زمنية مطلوبة لفك ألغاز الدورة الاستوائية السنوية. وابتكر موم وزملاؤه جهاز «إكس–بود» لنشره على العوامات الرأسية[7]؛ لقياس معدلات التبدد لتفاوت درجات حرارة الاضطراب (X_T) لمدة سنة متواصلة. ويُعتبر معدل التبدد (X_T) مقياسًا لكثافة الخلط بين المياه الباردة والدافئة، ويمكن من خلاله حساب التدفق الحراري للاضطراب عموديًّا. وتُظهر بيانات الباحثين، التي تغطي 6 سنوات ـ في خط الاستواء 140° غربًا ـ أن تدفق الحرارة عموديًّا من أسفل يبلغ ذروته في شهر أغسطس، ويعتبر الآلية الغالبة للتبريد السطحي السريع، مما يؤكد ـ بنهاية المطاف ـ صحة فرضية طويلة الأمد تقول إن خلط مياه المحيط هو محرك الدورة الاستوائية السنوية.

وهكذا، يمثل اللسان الاستوائي البارد (الشكل 1) حكاية التفاعلات المثيرة عبر 8 مستويات مختلفة، من اضطراب (10^{-1} متر) إلى حجم المحيط الهادي الشاسع (10^{7} متر). والرياح المحلية أو على مستوى الحوض تحدد وتيرة درجات الحرارة ونمط التيارات التي تؤدي بدورها إلى خلق اضطرابات دون مستوى المتر، وخلط الاضطرابات يُمكِّن التغيرات تحت السطح من التأثير في درجات حرارة المياه السطحية والغلاف الجوي. ولا تحقق نماذج المناخ نجاحًا كبيرًا في دراسة المحيط الهادئ الاستوائي، مما ينتج لديها لسانًا باردًا أكثر برودة، ويمتد بعيدًا أكثر نحو الغرب[8]. ويُعتبر خلط المحيط أحد المتسببين في هذه الدورة، لكن أجهزة «إكس–بود» المثبتة على العوامات ستتمكن من جمع عينات من التذبذبات بين حالتي إلنينيو ولانينيا المناخيتين بالمحيط، وتكشف كيف تؤدي تغيرات المحيط واسعة النطاق إلى تعديل خلط الاضطراب. وتعتبر هذه المشاهدات قيِّمة جدًا للتحقق من صحة النماذج وتحسينها.

الخطوة الطبيعية التالية هي نشر أجهزة «إكس–بود» بمواقع عائمة أخرى عبر المحيط الهادئ الاستوائي. وعند الخط الزمني الفاصل، الذي يشير للطرف الغربي للسان البارد الاستوائي، يمكن لمشاهدات الخلط المائي أن تفسر لماذا يمتد اللسان البارد بعيدًا جدًا نحو الغرب في النماذج المناخية. كان نشر موم وزملائه لجهاز «إكس–بود» في خط طول 140° غربًا يقع في منظومة رياح شرقية وتقلبات رأسية متمركزة عند خط الاستواء. وعلى نقيض ذلك.. يقع خط الطول 95° غربًا (شرق الهادئ) بمنطقة منظومة رياح جنوبية، حيث تحدث تقلبات رأسية جنوب خط الاستواء (الشكل 1). ستكشف مجموعة القياسات والبيانات عبر خط الاستواء كيف يستجيب خلط المحيط للرياح الجنوبية، دافعًا اللسان البارد جنوب خط الاستواء. ولذلك.. تملأ أجهزة «إكس–بود» فجوة كبيرة بإتاحة نظرة فاحصة إلى كيفية تخالُف خلط المحيط والمناخ وتفاعلاتهما. ■

شانج–بنج شيه يعمل بمعهد سكريبز لعلوم البحار، جامعة كاليفورنيا، سان دييجو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: sxie@ucsd.edu

1. Keynes, R. D. (ed.) *Charles Darwin's* Beagle *Diary* 361–362 (Cambridge Univ. Press, 2001).
2. Moum, J. N., Perlin, A., Nash, J. D. & McPhaden, M. J. *Nature* **500,** 64–67 (2013).
3. Sponsel, A. *Coral Reef Formation and the Sciences of Earth, Life, and Sea, c. 1770–1952* PhD thesis, Princeton Univ. (2009).
4. Philander, S. G. H. & Pacanowski, R. C. *Tellus* **33,** 201–210 (1981).
5. Xie, S.-P. in *The Hadley Circulation: Past, Present and Future* (eds Diaz, H. F. & Bradley, R. S.) 121–152 (Kluwer, 2004).
6. Mitchell, T. P. & Wallace, J. M. *J. Clim.* **5,** 1140–1156 (1992).
7. Moum, J. N. & Nash, J. D. *J. Atmos. Oceanic Technol.* **26,** 317–336 (2009).
8. Zheng, Y., Lin, J.-L. & Shinoda, T. *J. Geophys. Res.* **117,** C05024 (2012).

الأنفلونزا

مسارات تأقلم الإنفلونزا في الجسم البشري

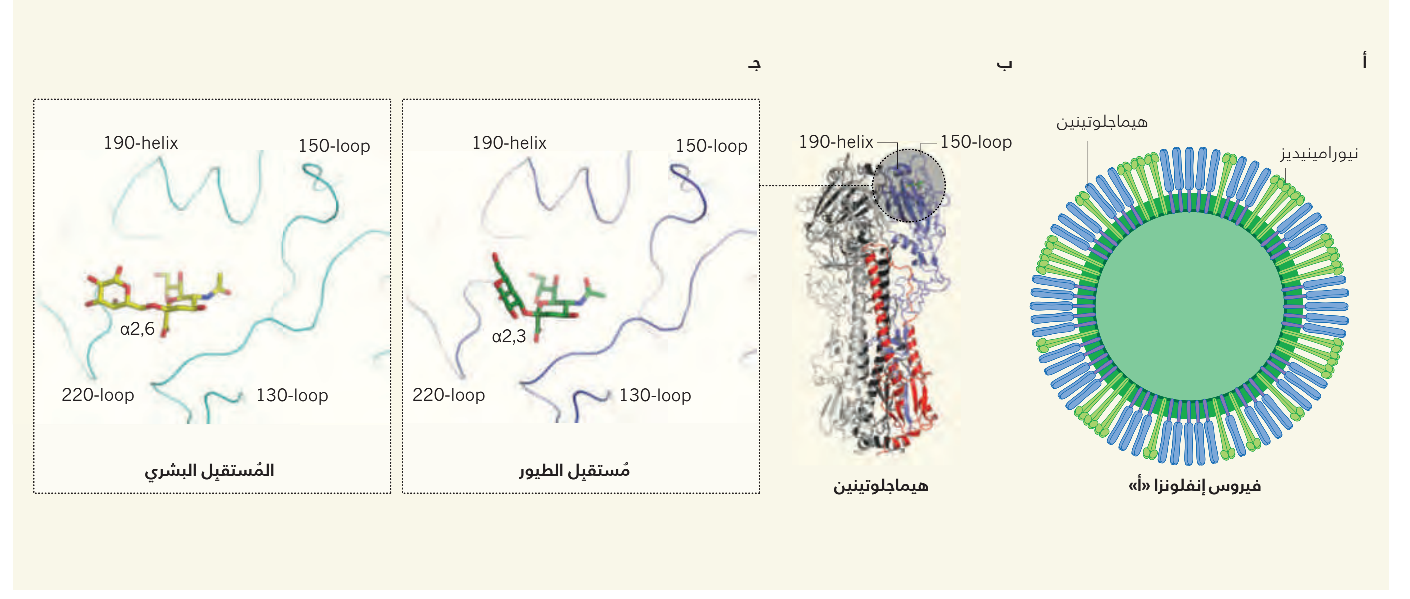
في مطلع 2013 أُبلغ عن انتشار إنفلونزا الطيور H7N9 بين البشر. وتُساعد الدراسات البنيوية ودراسات العدوى في كشف كيف تتأقلم هذه الفيروسات؛ لإحداث العدوى، والانتقال إلى أنواع بيولوجية جديدة.

ديفيد أ. ستاينهاور

تعتبر أنواع الإنفلونزا الموسمية المنتشرة في التجمعات السكانية خطرة بما يكفي، لكن ما نخشاه فعلًا هو ظهور سلالات فيروسية وبائيّة جديدة بين البشر. قد تظهر مثل هذه الفيروسات في المضيف الطبيعي لإنفلونزا الطيور، كالبط، مباشرة، أو عبر مضيف وسيط، كالدجاج أو الخنازير. وفي ظروف لا يمكن التنبُّؤ بها، عندما تتخطى هذه الفيروسات حواجز الأنواع البيولوجية لتحدث العدوى لدى البشر، قد تكون العواقب وخيمة. فخلال العقد الماضي، سببت سلالات فيروس H5N1 شديدة الإمراض اندلاعات محدودة، لكن فتاكة بين البشر، وعزّز هذا التهديد ظهور فيروسات H7N9 بالصين أوائل 2013. وكانت عدة أوراق علمية[1-6] نشرت مؤخرًا ـ منها أربع بدوريّة وموقع «نيتشر»[1،3،5،4] ـ قد تناولت تقييد المُستقبِلات، وعملية انتقال فيروسات الإنفلونزا وإمراضها للمصاب، مع التركيز على سلالات فيروس H7N9. توثِّق هذه التقارير السمات الفيروسيّة والتغيرات الوراثية ذات الصلة التي تفسر جزئيًّا لماذا تستطيع سلالات فيروس H7N9 إحداث العدوى بين البشر بصورة متفرقة، وتقدم تبصرها بالمسارات التطوُّريَّة التي تستخدمها سلالات هذا الفيروس لتتأقلم وتنتقل بكفاءة من إنسان إلى آخر.

هناك مخزون وراثي كبير من سلالات إنفلونزا «أ» لدى مُضيفاتها من الطيور. وتُصنّف الفيروسات وفق الصفات المُسْتَضِدِّيَّة لهيماجلوتينين (HA) ونيورامينيديز (NA) الجلايكوبروتينات بسطحها، التي تُشتق منها تسمية أنواع إنفلونزا «أ» الفرعية: H5N1، H7N9، وهكذا. وبين 16 نوعًا فرعيًّا للهيماجلوتينين و9 أنواع فرعية للنيورامينيديز، المعروفة بانتشارها بين طيور الماء، ظهرت فقط أنواع: H1N1 وH2N2 و H3N2، وطوّرت قدرتها على الانتقال بكفاءة بين البشر خلال القرن الماضي. ورغم أن التأقلم للانتشار بين البشر تشارك فيه غالبًا عدة عوامل وراثية، ويتعلق أحد المتطلبات الحاسمة بسمات تقييد مستقبِل جلايكوبروتين الهيماجلوتينين، الذي لا بدَّ أن يطفر (يتحور) قبل تمكنه من التعرُّف على المُستقبلات بالجهاز التنفسيّ البشري.

تستهل فيروسات الإنفلونزا العدوى بالتقيد بواسطة الهيماجلوتينين إلى جزيئات سطح الخلية، كالبروتينات السكرية (جلايكوبروتينات) والدهون السكرية (جلايكوليبيدات)، المحتوية على سلاسل كربوهيدرات تنتهي بحمض السياليك. وكقاعدة عامة، تميل فيروسات إنفلونزا الطيور للتقيد بمُستَقْبِلات بها حمض السياليك المرتبط بهذه السلاسل بواسطة روابط α–2،3 الجلايكوسيديّة، بينما تظهر السلالات البشرية تفضيلا لمُستقبلات لديها روابط α–6،2 مرتبطة بحمض السياليك (انظر الشكل 1). تعكس هذه التفضيلات إجمالًا توزيع المُستقبِلات بمواقع العدوى في المُضيف المُفضّل للفيروس وبطرق الانتقال الطبيعية. وتنتقل فيروسات الإنفلونزا البشرية بواسطة الجهاز التنفسي، والمسالك التنفسيّة العلوية البشرية غنية بمُستقبِلات لديها روابط α–6،2. وعلى نقيض ذلك.. تستخدم فيروسات الطيور غالبًا طريق البُراز/الفم للانتقال،



الشكل 1| تفضيلات الأنواع الفيروسيّة. أ، في إنفلونزا «أ»، طبقة من جلايكوبروتينات الهيماجلوتينين (HA) ونيورامينيديز (NA) ناتئة من الغشاء الفيروسي. **ب،** الهيماجلوتينين جزيء مثلوثي، ويحتوي نطاق الغشاء القاصي لكل مونومر على موقع تقييد (المنطقة المُظللة) لسلاسل كربوهيدرات الجلايكوليبيدات أوالجلايكوبروتينات مع حمض السياليك في أطرافها. **جـ،** تميل فيروسات الأنفلونزا المنتشرة في الطيور للتقيد إلى مُستقبِلات يحتوي فيها حمض السياليك على روابط جلايكوسيدية α2،3؛ بينما تظهر سلالات الأنفلونزا البشرية ميلًا للارتباط بمُستقبِلات يحتوي فيها حمض السَّياليك على روابط α6،2. والفروق في الأحماض الأمينية التي تشكل السمات البنيوية لموقع تقييد الهيماجلوتينين (helix190، 220-loop، 130-loop، 150-loop-) يُعتقَد أنها تُؤثّر في خصوصيَّة هذا المُستقبِل.

فأمعاء البط ـ مثلًا ـ تحتوي على كثافة عالية من مُستقبلات مرتبطة بروابط α–3،2. وبالتالي، يبدو أنَّ هناك مسألة مهمة متعلقة بالتأقلم في جسم المُضيف، وهي آليات تستطيع بها بنية مواقع تقييد مستقبِل الهيماجلوتينين أن تتحوَّر للتميِّز بين المُستقبلات الخاصة بالطيور والمُستقبلات البشرية.

استخدمت الدراسات الأخيرة على فيروسات إنفلونزا H7N9 مصابيّن معزولَيْن، أُشير إليهما باسمي أ/أنهوي وأ/شانجهاي. وحققت ثلاث دراسات[1،3،6] في العدوى، أي عملية الإمراض وانتقال الفيروس بين حيوانات المختبر، وبضمنها القوارض. في القوارض، تنتقل عادةً الفيروسات الوبائية المتأقلمة بشريًّا وفيروسات الإنفلونزا الموسمية بكفاءة عبر مسالكها التنفسيّة بالهواء الجوي، بينما لا تنتقل فيروسات إنفلونزا الطيور كذلك؛ ولذا.. تُعتبر القوارض أفضل نموذج للتنبُّؤ بقدرة الفيروس على الانتقال من إنسان إلى آخر. يُذكر أن الدّراسات الثلاث أظهرت أنَّ ثلث القوارض تقريبًا، التي لم تتعرّض سابقًا لفيروسات H7N9، أصيبت بالعدوى عبر قُطيرات رذاذ الجهاز التنفسي للقوارض المُصابة بالعدوى، مما يشير إلى أن لهذه الفيروسات قدرة متوسطة للانتقال عبر الهواء الجويّ.

تزودنا الدّراسات حول سمات تقييد مُستقبِل سلالات فيروس H7N9[1-5] بتفسير معقول لما اكتُشِف عن انتقال الفيروس. فقد استخدم الباحثون مختلف الأساليب لإظهار أن فيروسات H7N9، والمريض أ/أنهوي خاصةً، تتقيد بكفاءة بالمُستقبِلين المرتبطين بروابط α–3،2 و α–6،2. فتقرير شيونج وزملائه[4] شامل بشكل خاصّ، ويضم تحليلات لقوة وخصوصية التقييد وبيانات بنيوية عالية الاستبانة للتصوير البلوري بالأشعة السينية. يعرض هؤلاء الباحثون بنى هيماجلوتينين المريض أ/أنهوي، وفيروس إنفلونزا الطيور H7 HA في تركيبات مع مُكونات شبيهة بالمُستقبِل البشري أو مُستقبِل الطيور. إحدى السمات البارزة التي يصفها الباحثون هي أنَّ المُستقبِل البشري يقيد هيماجلوتينين أ/أنهوي بتوجّه غير اعتيادي، لم تسبق مشاهدته في الدراسات البنيويّة السابقة حول تقييد الهيماجلوتينين.

وبالنسبة إلى عدة أنواع فرعية أخرى من الهيماجلوتينين، هناك طفرات محددة تبدل خصوصية المستقبل، تمّ التّعرف عليها بموقع تقييد الهيماجلوتينين، واقترحت دراسات بنيويّة آليات تستطيع بها بقايا أحماض أمينية معيّنة في سمات بنيوية معينة للبروتين—220-loop و190-helix و130-loop و150-loop—التأثير في نوعيّة المُستقبِل[2،7-11] (الشكل 1). يحتوي هيماجلوتينين أ/أنهوي على تطفُّر (تحوّر) جلوتامين إلى ليوسين بالموضع 226 في 220-loop، المتصل غالبًا بالتأقلم البشري، لكن يبدو أن تغييرات إضافية، كالتي بموضع 228، ستكون مطلوبة؛ لتتمكن فيروسات H7N9 من التحول التام نحو خصوصية المُستقبِل البشري[2،12].

وتطرح خصوصية التقييد المزدوجة بسلالات H7N9 هذه سؤالا مهمًّا حول سبب عدم انتقال هذه الفيروسات بين البشر بكفاءة رغم تعرُّفها على المُستقبِلات البشرية. أحد مفاتيح الإجابة يأتي بمقارنة فيروس أ/أنهوي بفيروس H5 الذي يقيد المُستقبلات البشرية بقوة أقل[4] منها في هيماجلوتينين أ/أنهوي، لكنه ينتقل بكفاءة بين القوارض عبر الهواء الجوي[13]. قد يتعلّق الفرق الحاسم بحقيقة أنَّ سلالة فيروس H5 هذه لا تظهر فعليّا أي تقييد إلى مستقبلات الطيور[4] وبالتّالي قد تتجنب التأثيرات المُثَبِّطة لجلايكوبروتينات الميوسين خارج الخلية بمسالك التنفس—هذا الميوسينات غنية بالجلايكانات المرتبطة بروابط α–3،2، مما قد يثبط فيروسات إنفلونزا الطيور أو الفيروسات مزدوجة الخصوصيّة[14] بالالتصاق بها وتصفيتها بفاعلية قبل انتقال العدوى للخلايا.

وتقترح المعلومات الجديدة أنَّ فيروسات H7 قد تكون على بُعد تغيير واحد أو اثنين في الحمض الأميني لتحصيل القدرة على التعرف، تفضيليًّا، على مُستقبلات بالمسالك التنفسية العلوية البشرية، لكن الفروق الدقيقة لقوة التقييد، والتَّعرُّف المزدوج على مُستقبلات الطيور والمُستقبلات البشريّة، ومُتطلّبات توازن وظائف الهيماجلوتينين والنيورامينيديز تجعل التنبّؤات المحددة بظهور وشيك لسلالات فيروسية جديدة لدى البشر أمرًا صعبًا، بل هناك عوامل فيروسيّة وراثيّة أخرى تتعلّق بالتأقلم في الجسم البشري، وبعضها لم يُتوصّل جيدًا، لكن كما تبيّن هذه الأوراق العلمية الأخيرة، يستمر تطوّر فيروسات الإنفلونزا في اختبار إمكانية التأقلم بشريًّا. ■

ديفيد أ. ستاينهاور يعمل بقسم الأحياء المجهرية وعلم المناعة، كلية الطب، جامعة إيموري، أطلنطا، جيورجيا، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: dsteinh@emory.edu

1. Belser, J. A. *et al. Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature12391 (2013).
2. Tharakaraman, K. *et al. Cell* **153,** 1486–1493 (2013).
3. Watanabe, T. *et al. Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature12392 (2013).
4. Xiong, X. *et al. Nature* **499,** 496–499 (2013).
5. Zhou, J. *et al. Nature* **499,** 500–503 (2013).
6. Zhu, H. *et al. Science* **341,** 183–186 (2013).
7. Gamblin, S. J. *et al. Science* **303,** 1838–1842 (2004).
8. Ha, Y., Stevens, D. J., Skehel, J. J. & Wiley, D. C. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **98,** 11181–11186 (2001).
9. Lin, Y. P. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **109,** 21474–21479 (2012).
10. Liu, J. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 17175–17180 (2009).
11. Tharakaraman, K. *et al. Cell* **153,** 1475–1485 (2013).
12. Connor, R. J., Kawaoka, Y., Webster, R. G. & Paulson, J. C. *Virology* **205,** 17–23 (1994).
13. Herfst, S. *et al. Science* **336,** 1534–1541 (2012).
14. Couceiro, J. N., Paulson, J. C. & Baum, L. G. *Virus Res.* **29,** 155–165 (1993).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

منتدى الملاريا

الأســرار الجزيئيــة لطفيــلي

تبين الأبحاث كيف يتلاعب طفيلي الملاريا البشرية «بلازموديوم فالسيبارومِ» بعملية التعبير جينات «ڤار»؛ ليتجنب تعرف الجهاز المناعي للعائل عليه. ويعلِّق أربعة خبراء على مغزى هذه النتائج وتأثيرها على فهمنا لعملية التنظيم الجيني بوجه عام، وعلى تطوير لقاحات مضادة للملاريا.

الدراسة في سطور

- طفيلي الملاريا البشرية بلازموديوم فالسيباروم مراوغ، فهو يستخدم 60 جينًا مختلفًا من جينات «ڤار» لينتج أشكالًا مختلفة قليلًا من البروتين نفسه، PfEMP1، على سطح كريات الدم الحمراء المصابة لدى العائل.
- بالإضافة إلى ذلك.. ينشّط الطفيلي جين «ڤار» واحدًا في المرة الواحدة، مما يصعّب على الجهاز المناعي أن يتعرف على الكريات المصابة بالعدوى أكثر مما لو كان هناك جين «ڤار» واحد فقط.
- يظهر جيانج وزملاؤه[1] في دراسة نُشرت مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» أنه في أي لحظة معينة يُسكِت جين pfSETvs التعبير الجيني للخمسة وتسعين جينًا الباقية من مجموعة جينات «ڤار» الستين.
- يُعدِّل البروتين الناتج عن جين pfSETvs جينات «ڤار» من خلال الإشارة الجزيئية H3K36me3، أي بإضافة ثلاث مجموعات ميثيل (me) إلى بقايا الحمض الأميني لايسين 36(K) من بروتين هيستون 3(H) المرتبط بهذه الجينات.
- حين قام الباحثون بحذف جين pfSETvs، نشطِت تقريبًا جميع جينات «ڤار» الستون بطفيلي واحد في الوقت نفسه، ووجدت البروتينات المرمزة بواسطة هذه الجينات (الناتجة عنها) طريقها إلى سطح كريات الدم الحمراء المصابة بالعدوى (الشكل 1).

استخدام غير معتاد لإشارة

سوامِناثان ڤنكاتِش، وجيرى ل. وركمان

يُعتبَر تبديل الهوية للإفلات من الاكتشاف المناعي حيلة شائعة. المثير للدهشة هو اكتشاف جيانج وزملائه لاستخدام طفيلي الملاريا البشرية—بلازموديوم فالسيباروم— الإشارة الجزيئية H3K36me3 بطريقة غير شائعة[2] لإسكات جينات «ڤار» المحددة لهويته.

في الكائنات الحية متعددة الخلايا، آليات الإسكات الجيني تعمل بإعادة ترتيب الكروماتين (تراكيب معقدة من حمض نووى وبروتينات مرتبطة به) في بنية جامدة محكمة، لتقليل فرص الوصول إلى الحمض النووي. وفي النباتات والحيوانات، تعتبر عملية مثيلة بقايا لايسين معينة على هيستونات (H3K9، H3K27، H4K20) أمر حاسم لارتباط البروتينات التي تكوِّن هذه البنية الكابحة[3].

وليس كل إشارات المثيلة (الجزيئية) تُسكِت التعبير الجينى، فبقايا H3K4 وH3K36، مثلًا، تكون ممثلة أثناء عملية النسخ الجينى، للمحافظة على كفاءة القالب الكروماتيني. والتركيبان H3K36me2 وH3K36me3 تحديدًا، أثريا انتقائيًّا بمناطق الحمض النووي المرمِّزة، التي تقوم بحفظ بنية الكروماتين، وبالتالي تمنع بدء نسخ المناطق غير الملائمة[4]. ولذلك.. لم يكن متوقعًا، عندما وجد جيانج وزملاؤه طفيلي الملاريا يستخدم H3K36me3 ليغلف ليس فقط مناطق الترميز (من الحمض النووي) بل أيضًا التتابع المحفز لمعظم جينات «ڤار»، وبالتالي يعترض نسخها.

ومن المثير للاهتمام أن المعالجات (التلاعبات) التجريبية في الخميرة التي تخطئ استهداف بروتين إنزيم ناقل الميثيل Set2—وبالتالي H3K36me3— نحو محفزات الجينات تقوم بكبح النسخ[5]. يثير ذلك تساؤلين: هل يستخدم طفيلي الملاريا بروتين إنزيم ناقل ميثيل للهيستون مماثلاً ليضيف H3K36me3 لجينات «ڤار»؟ وإذا كان الأمر كذلك، ما هو سبب تمركزه غير المعتاد في محفزات جينات «ڤار» لدى طفيلي الملاريا البشرية؟

تكشف إجابات جيانج وزملائه عن التساؤلين أوجهًا غير معروفة لبيولوجية الطفيلي. فاتضح أن PfSETvs ـ ناقل ميثيل الهستون الموجود بطفيلي الملاريا ـ يظهر تشابهًا في التتابعات يماثل بروتين موجود في الذباب وظيفته تنشيط النسخ. وفي حين أن من غير اليقيني ما إذا كانت بروتينات الذبابة تستهدف بقايا H3K4 أم H3K36، يظهر المؤلفون بشكل مقنع أن PfSETvs يحتل جينات «ڤار» الصامتة ويضيف الإشارة الجزيئية H3K36me3 فقط في المراحل المبكرة من العدوى بالطفيلي. ومن المثير للاهتمام أيضًا في طفيلي الملاريا أن PfSETvs هو المسؤول عن إضافة H3K36me3 للمحفزات والمناطق المرمزة فقط لجينات «ڤار» ولأعضاء عائلات جينات متغايرة تحمل هذه الإشارة. ورغم ذلك، فإن إنزيم ناقل الميثيل المسؤول عن إضافة H3K36me3 للجينات الأخرى غير معرّف بعد.

ما هي فائدة استخدام H3K36me3 لإسكات الجينات بدلاً من إشارات جزيئية أخرى ذات نشاط في الإسكات محفوظ تطوريًّا؟ قد تكون الإجابة في سهولة الارتداد (التنقل) بين حالتي المثيلة وعدم المثيلة، مما يتيح تنشيط وتعطيل جينات «ڤار»، لكن من الضروري أولاً معرفة كيف يتم تنشيط جين محدد من جينات «ڤار» فيما تظل باقي جينات «ڤار» صامتة (معطلة). ويشير تحليل جيانج وزملائه إلى أن هناك جزيئًا طويلاً عديم الترميز من الحمض النووي الريبي (lncRNA) ينتج من عملية نسخ جين «ڤار»—نشط من ناحية الاتجاه المضاد (antisense)—يقوم بإزالة PfSETvs من محفز الجين، مما يتيح بدء عملية النسخ (الشكل 1). وتحديد بروتينات الطفيلي التي تتفاعل مع إشارة H3K36me3 قد يوضح الآلية الدقيقة التي تتواسطها H3K36me3في الإسكات الجيني. وقد يوضح ذلك أيضًا كيف يميز الطفيلي المناطق النشِطة الغنية بإشارة H3K36me3 من محفزات جينات «ڤار» الصامتة الغنية بالإشارة نفسها، ليستهدف مركبات الإسكات المعقدة. ■

سوامِناثان ڤِنكاتِش & جيرى ل. وركمان يعملان بمعهد ستاورز للأبحاث الطبية، كانساس سيتى، ميسوري، الولايات المتحدة.
البريد الإلكتروني: jlw@stowers.org

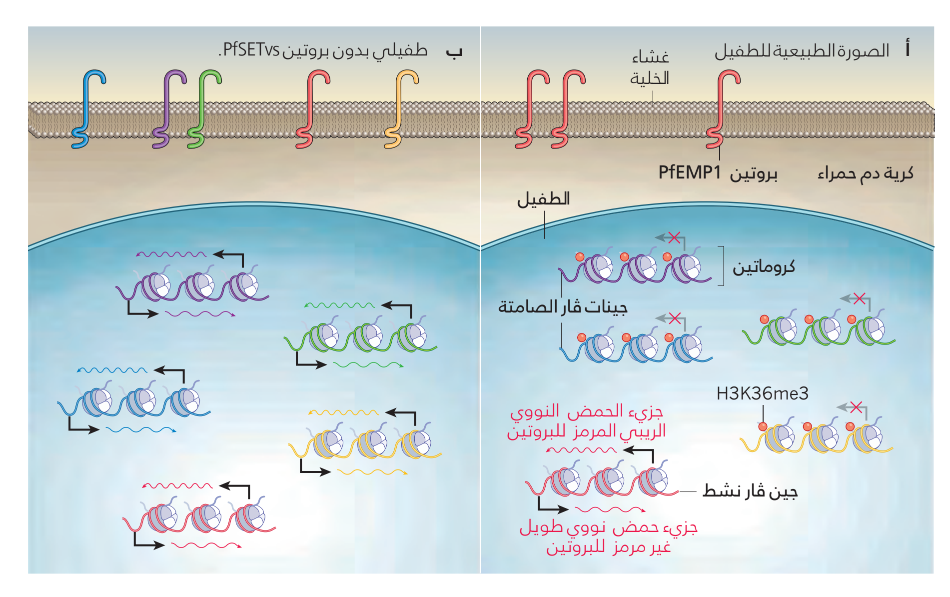
الكشف عن المجموعة كاملة

ماتس وولجرين، وماريا تيريزا بيخارانو

موضوع بحث جيانج وزملائه—بروتين غشاء كريات الدم الحمراء لدى العدوى بطفيلي بلازموديوم فالسيباروم (PfEMP1)—هدف أساسي للاستجابة المناعية. يقوم طفيلي الملاريا البشرية بتعبير هذا البروتين اللاصق على سطح كريات الدم الحمراء البشرية المصابة بالعدوى لتتمكن تلك الخلايا من الالتصاق ببعضها وعزل نفسها داخل الأوعية الدموية، وبالتالي تتجنب التدمير في الطحال. لذلك.. نجد هناك أجسامًا مضادة معينة، تحمي الإنسان من الملاريا المزمنة، تستهدف في الأساس بروتين PfEMP1؛ لتتغلب على إعاقة تدفق الدم (بسبب انسداد الأوعية) الذي تسببه كريات الدم الحمراء المصابة بعدوى الطفيلي[6].

وللإفلات من الاستجابة المناعية، يقوم طفيلي الملاريا بتغيير البروتينات التي يضعها على سطح كريات الدم الحمراء التي يصيبها بالعدوى. وحتى في حالات عدوى الملاريا المتواصلة، تكون الأشكال البروتينية التي تظهر لاحقًا مختلفة عن بروتينات الطفيلي الوالِد (الذي بدأ العدوى) من حيث محددات مستضداتها—محفزات الاستجابة المناعية. ويعكس هذا التغير في المستضدات (مولدات الأجسام المضادة) عنصرًا أساسيًّا في عملية التطفل[7]. وينتمي بروتين PfEMP1 إلى إحدى عائلات عديدة من البروتينات المتغايرة التي تظهر على سطح كريات الدم الحمراء المصابة بعدوى طفيلي الملاريا البشرية[8-10].

وتُعد هذه استراتيجية دفاع طفيلي قوية، بينما تتطور المناعة ضد هذا المرض ببطء في مرضى الملاريا. ويعود



الشكل 1 | تنظيم إسكات جينات «ڤار». أ، في الصورة البرية (الطبيعية) من طفيلي الملاريا البشرية، يضيف بروتين PfSETvs (لا يظهر في الرسم أ) الإشارة الجزيئية H3K36me3 للكروماتين الذي يحتوي على جميع جينات «ڤار» عدا واحدًا، وبالتالي يسكت تعبير هذه الجينات. وبناءً على ذلك.. فإن نسخة واحدة من بروتين PfEMP1 المحدّد لهوية الطفيلي—وهو الناتج البروتيني لجينات «ڤار»—يظهر على سطح كريات الدم الحمراء المصابة بالعدوى. ينتج جزيء حمض نووي ريبي طويل غير مُرمِّز للبروتين—في الاتجاه المضاد—في جين «ڤار» النشط. **ب،** وجد جيانج وزملاؤه[1] أن فقد بروتين PfSETvs يؤدي إلى تنشيط جميع جينات «ڤار» في وقت واحد، وبالتالي تُظهر كريات الدم المصابة بالعدوى على سطحها تنوعًا متعددًا من بروتين PfEMP1.

هذا إلى أن الاجسام المضادة لمتغاير واحد من بروتين PfEMP1 تعترض عزل كريات الدم الحمراء المعزولة بواسطة الطفيليات التي تضع هذا البروتين تحديدًا، بينما تأثيرها ضعيف على البروتينات المتغايرة الأخرى. لهذا.. يحتاج مريض الملاريا بالتالي إلى إنتاج أجسام مضادة لبروتين PfEMP1 من نوعيات مختلفة للحماية من وفرة البروتينات المتغايرة التي تنشأ لديه بواسطة الطفيلي، خاصة المرضى الأكثر عرضة، كالأطفال والنساء الحوامل.

هل يمكن استخدام طفيلي بلازموديوم فالسيباروم بدون جين PfSETvs ـ الذى وجد جيانج أنه يعبر (ينتج) جميع جينات «ڤار» التي تُرمِّز بروتين PfEMP1 ـ لإنتاج لقاح للملاريا؟ لقاح أساسه هذا الطافر يمكن أن يتيح توليد ذخيرة من جميع الأجسام المضادة؛ لتحمى الجسم من الملاريا، ومن ضمنها أشكال العدوى المزمنة. واللقاحات البشرية المضادة للبكتريا والفيروسات أساسها عادة كائنات دقيقة ميتة، أو حية ضعيفة، أو معطلة. وبالنسبة إلى طفيلي الملاريا البشرية ـ وهو كائن وحيد الخلية ـ فالتقدم في عملية تطوير لقاحات من (الكائن الحي) كامل الخلية ضد الملاريا جاء أساسًا من دراسات لمراحل دورة حياة الطفيلي التي تسبق عدوى كريات الدم الحمراء[11]، مع أنه تمت تجربة لقاحات تستخدم مراحل عدوى الطفيلي الدموية أيضًا[12]. وبالإضافة إلى ذلك.. فإن طفيلي بابزيًا بوڤي (البقري)، وهو طفيلي له صلة ببلازموديوم الملاريا البشرية ويصيب الماشية، يُستخدم حيًّا كلقاح في بلاد عديدة، ويحمي الحيوانات من أشكال المرض الحادة. وبالتالي، يمكن تطوير لقاح أساسه الطفيلي كاملاً بمرحلة العدوى الدموية، محذوف منه جين PfSETvs، ويمكن أيضًا، لتحسين كفاءته، أن يُمزَج بلقاح آخر، أساسه أحد أشكال الطفيلي التي تنضج في ناقلاته من البعوض[11]. والطفيليات التي تنتج المجموعة الكاملة من الأشكال المتغايرة للجينات لا تظهر تلقائيًّا في الطبيعة، أو أثناء نموها في المختبر. وبالتالي، تبدو عملية الإسكات الجيني التي يتواسطها بروتين PfSETvs متينة. وقد لا يكون PfSETvs هو البروتين الوحيد المنخرط في تنظيم عائلات الجينات المتغايرة. في الواقع، غالبًا ما يفقد بلازموديوم فالسيباروم القدرة على تنشيط وتعبير الجينات المُرَمِّزة لإنتاج PfEMP1 في المختبر، مما يولد طفيليات لا يتوقع لها أن تبقى حية بداخل جسم العائل. ومع أن هذه الدراسة تتهم جزيئات الحمض النووي الريبي الطويلة غير المُرمِّزة (lncRNA) ـ في الاتجاه المضاد ـ بتنشيط جينات «ڤار»، لاستهداف الجينات المتغايرة في طفيلي البلازموديوم فالسيباروم بعقاقير ولقاحات، إلا أن آليات بدء وتنظيم تنشيطها ينبغي استكشافها أكثر. ■

ماتس وولجرين، وماريا تيريزا بيخارانو يعملان بمركز أبحاث الأمراض المعدية، قسم الأحياء المجهرية والخلايا وبيولوجيا الأورام؛ وبمركز طب الأمراض المعدية، قسم الطب، معهد كارولينسكا، ستوكهولم، السويد.
البريد الإلكتروني: mats.wahlgren@ki.se

1. Jiang, L. *et al. Nature* **499,** 223–227 (2013).
2. Wagner, E. J. & Carpenter, P. B. *Nature Rev. Mol. Cell Biol.* **13,** 115–126 (2012).
3. Shilatifard, A. *Annu. Rev. Biochem.* **75,** 243–269 (2006).
4. Venkatesh, S. *et al. Nature* **489,** 452–455 (2012).
5. Strahl, B. D. *et al. Mol. Cell. Biol.* **22,** 1298–1306 (2002).
6. Miller, L. H., Ackerman, H. C., Su, X. & Wellems, T. E. *Nature Med.* **19,** 156–167 (2013).
7. Chen, Q. *et al. Nature* **394,** 392–395 (1998).
8. Baruch, D. I. *et al. Cell* **82,** 77–87 (1995).
9. Fernandez, V., Hommel, M., Chen, Q., Hagblom, P. & Wahlgren, M. *J. Exp. Med.* **190,** 1393–1404 (1999).
10. Niang, M., Yan Yam, X. & Preiser, P. R. *PLoS Pathog.* **5,** e1000307 (2009).
11. Epstein, J. E. *et al. Science* **334,** 475–480 (2011).
12. Pombo, D. J. *et al. Lancet* **360,** 610–617 (2002).



قبل خمسين عامًا

استخدمت تقنية بنجاح محدود؛ للحصول على قياس متزامن للإشعاع الكوني عند ارتفاعين عموديين مختلفين. تتمثل الطريقة في تعليق رزمتين من أطباق مستحلب نووي من بالون واحد في الجو، مع الحفاظ على مسافة فاصلة عمودية ثابتة، تتراوح بين 10 آلاف، و27 ألف قدم بين الرزمتين. وبهذه الطريقة لا تفصل خطوط الطول والعرض بين الرزمتين، وهو عامل قائم، إذا ما تم إطلاق بالونين مستقلين.
تم إنجاز هذا بحَمْل بكرة مخروطة من خيوط النايلون عاليًا، بما يتيح لها بأن تفك خيطها عند ارتفاع محدَّد مسبقًا، تاركةً رزمة من الأطباق معلقة في البالون، بينما تسقط الرزمة الأخرى عند طرف (نهاية) الخيط. ومع قَرْع جرس المنبه، يطلق لفاف المنبه المفتاح، ممسكًا بالرزمة السفلية وبالهدف، الذي يسقط عندئذ بشكل حر، فاكًّا الخيط أثناء هذه العملية. ينفك عشرون ألف قدم من الخيط في 10 دقائق تقريبًا.
من دوريّة «نيتشر»، 20 يوليو 1963

قبل مئة عام

الصورة: تجميع للمعلومات عن البطاطا من كل مصدر متاح. تأليف: إي. إتش. جرُبّ ودبليو. س. جلفورد. هناك رجال ما إنْ يتحصّلوا على الثروة والشهرة بواسطة أدوات متواضعة، حتى ينكروا بدناءة، و يقذفوا بالسلم الذي صعدوا عليه. بيد أن هذا ليس حال مؤلفي الكتاب الأول في قائمتنا. لقد «صنعتهم» البطاطا، وبدورهم قاموا «بصنع» البطاطا. ومن الواضح تمامًا أن المؤلفَيْن متحمسان ويتحدثان بطلاقة حول مزايا موضوعهما، لدرجة أننا اندمجنا معهما، ونسينا أنهما ـ في نهاية المطاف ـ يتحدثان فقط عن البطاطا، وليس عن نباتات الألب، أو عن الورد.
من دوريّة «نيتشر»، 17 يوليو 1913

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ملخصات الأبحاث



غلاف عدد 11 يوليو 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 11 يوليو من دَوْرِيَّة "نيتشر" الدولية.

الحوسبة الكمية

نَهْجٌ حَذِر للحوسبة الكمِّيّة

إنّ بناء جهاز قادر على عَوْمَلَة الأعداد الأكبر ـ أي تحليلها إلى عوامل ـ هدف رئيس للحوسبة الكَمِّية. هناك بالفعل بعض التعبيرات أو الصياغات الخوارزمية محدودة النطاق للعَوْمَلَة الكمِّية (تعرف بخوارزم شور)، لكنها توظف تبسيطات قائمة على معرفة العوامل سلفًا. استخدم جون سمولن وزملاؤه تمرينًا بسيطًا لقرعة رمي العملة؛ لتوضيح أخطار الإفراط في التبسيط، واقترحوا اختبارًا أكثر صرامة لصياغات خوارزم شور التجريبية.

Oversimplifying quantum factoring

J Smolin *et al*

doi:10.1038/nature12290

البيولوجيا الجزيئية

دور بروتينات السقالة أكثر من الدعم

يُعتقد عمومًا أن السقالات المرتبطة بالمُستقبلات مكونات ساكنة نسبيًّا لمسارات إشارات تربط مستقبِلاً منشَّطًا بالأهداف التالية، وتوسع نطاق وقدرة المُستقبِل. ومن الأمثلة على ذلك.. بروتين السقالةShc1، الذي يُقيَّد إلى كينازتيروزين مستقبِلEGF المنشَط. وهنا، استخدم تونيبوسونوزملاؤه نهجًا لبروتيوميات الكمية؛ لإثبات أن بروتين Shc1 أكثر من مجرد بروتين دعم؛ فهو يستقطب موجات متعاقبة من بروتينات ذات وظائف متميزة، وبالتالي يُشغِل ويُعطِّل مخرجات الإشارة من مستقبل EGF بمرور الوقت.

Temporal regulation of EGF signaling networks by the scaffold protein Shc1

Y Zheng *et al*

doi:10.1038/nature12308

علم الأمراض

سر استمرار بكتيريا السل

السل مرض منهك للقوى بشكل خاص. ويعود ذلك جزئيًّا إلى قدرة المُتَفطِّرة السُّلِّيَّة المسبِّبة للمرض على الاستمرار في العائل دون أعراض، لعدة شهور، أو حتى لعقود. ويأتي تحليل الخرائط الجينومية ChIP-Seq لأكثر من45 عامل نسخ للمُتَفطِّرة السُّلِّيَّة، جنبًا إلى جنب مع بيانات التعبير عن إفراط التعبير النظامي للعوامل نفسها التي تم استخدامها لإعادة بناء ـ على نطاق الأنظمة ـ الشبكة التنظيمية الكامنة وراء استمرار المتفطرات. وتكشف الشبكة روابط التكيف مع نَقْص التَّأكْسُج بالتمثيل الغذائي للدهون، وكلاهما يُعتبَرحاسمًا لنشوء مرض السل. وتحدِّد الدراسة عامل النسخ Rv0081 غير المدروس سابقًا كمركز تنظيمي للشبكة.

The *Mycobacterium tuberculosis* regulatory network and hypoxia

J Galagan *et al*

doi:10.1038/nature12337

علوم الكواكب

الكواكب غير المرئية قد لا تكون هناك..

البنَى (الهياكل) التى تُرى في أقراص الحطام حول النجوم اليافعة، وتكافئ حزام كويبر Kuiper بالنظام الشمسي، تؤخذ عادة دليلاًعلى تأثير جاذبية الكواكب غير المرئية. وقد برهن فلاديمير ليرا ومارك كوتشنر هنا على أن التفاعلات بين الغبار والغاز يمكن أن تفسر وحدها الحلقات الضيقة مختلفة المركز والسمات الأخرى التي كان يُعتقد أنها تُشخِّص وجود الكواكب. تجاهلت التحليلات السابقة بشدة حقيقة أن حلقات الحطام تحوي كميات ضئيلة من الغاز. وقد يفسر هذا النموذج عدم العثور حتى الآن على زوج من الكواكب تم التنبؤ بوجوده في قرص الحطام حول نجم قريب يُدعى فومالهوتFomalhaut: فإذا كان النظام يحتوي على غازات كافية، فربما كان ذلك ـ وليس الكواكب غير المرئية ـ سبب أنماط الحلقات المرصودة.

Formation of sharp eccentric rings in debris diskswith gas but without planets

W Lyra *et al*

doi:10.1038/nature12281

الوراثة الجزيئية

أهداف بروتين مقيّد للـ(RNA)

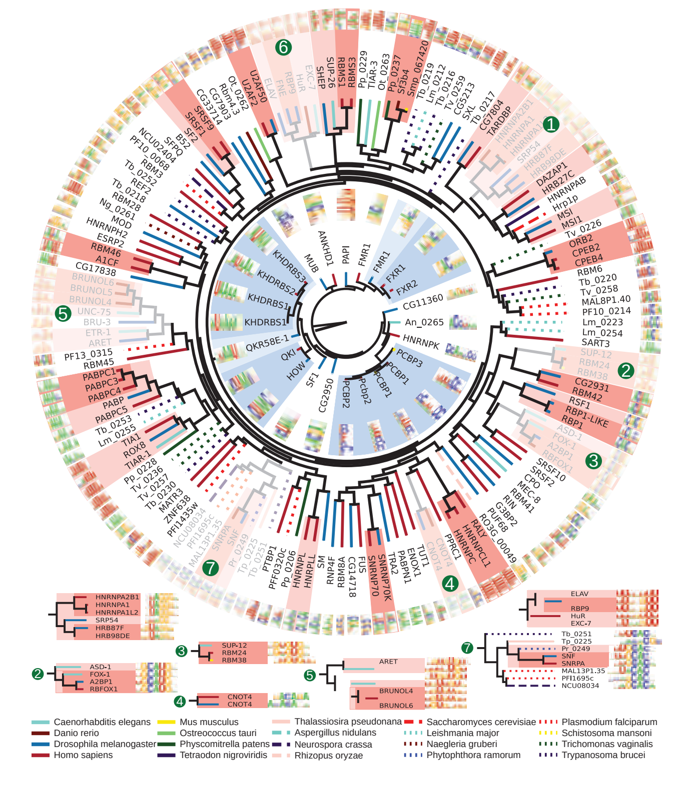
إنّ تتابعات وسياق الحمض النووي الريبي ـ التي تُملي تفاعل البروتينات المقيدة للحمض النووي الريبي مع أهدافها ـ تميل إلى أن تُدرَس على أساس كل بروتين على حدة. ومؤخرًا، أوردت دراسة تيموثيهوز وزملائه تحليلًا شاملًا لمواقع التقييد لأكثر من 200 بروتين مقيد للحمض النووي الريبي من 24 نوعًا حقيقي النواة. وتم تحديد (معزِّزات) محفوظة مقيدة للحمض النووي الريبي، وأتاح تحليلها التنبؤ بمواقع التفاعل على أساس تتابع نطاق تقييد الحمض النووي الريبي وحده. ووُجِد أيضًا أن المعززات تعكس كل جزيء؛ مما سيساعد في فهم أدوار أمثلة غير موصوفة سابقًا.

A compendium of RNA-binding motifsfor decoding gene regulation

D Ray *et al*

doi:10.1038/nature12311

الشكل أسفله | موتيفات (وتائر) تَشَكُّل متحصلة بتنافس الحمض النووي الريبي على موتيف التعرف على الحمض النووي الريبي (الحلقة الخارجية) وبروتينات نطاق KH (الحلقة الداخلية). تمثل هذه الدندروجرامات ـ أي هياكل التفرعات ـ تجمعًا هرميًّا لارتباط البروتينات المقيدة للحمض النووي الريبي (RBPs) بواسطة هوية تتابع الأحماض الأمينية في نطاقاتها المقيدة للحمض النووي الريبي (RBDs). وتشير ألوان الخطوط إلى أصل كل بروتين، ويشير التظليل لكيلدات (أنواع فرعية) تكون فيها جميع التتابعات متطابقة بأكثر من 70% (داكن)، أو من 50% (فاتح).



علوم الأرض

الفروق الناجمة عن طول اليوم

تم تعريف العوامل التي تسهم في التغيرات السنوية والعِقدية لدوران الأرض، وينتج عنها اختلافات في طول اليوم، تقاس بالملِّي ثانية. وما زالت الاختلافات بين المقاييس الزمنية السنوية والعِقدية غير مفهومة جيدًا. يستخدم ريتشارد هولم، وأوليفيه دي فيرون تحليل النطاق الزمني؛ ليظهرا تقسيمًا واضحًا ـ لمكوِّن اختلاف طول اليوم غير المتعلق بالغلاف الجوي ـ إلى ثلاثة أجزاء فقط، يعكس كل منها الارتباطات بين الجزء الصلب من الأرض، وقلبها المائع. أولاً: نزعة متفاوتة عِقْديّة. وثانيًا: تذبذب كل 5.9 سنوات. وثالثًا وأخيرًا: قفزات في أحيان متزامنة مع هزات مغناطيسية أرضية. وتقيِّد طبيعة القفزات في طول اليوم فئة الظواهر التي قد تؤدي إلى الهزات، وتوفر قيدًا على الاتصال الكهربي لوشاح الأرض السفلي.

Characterization and implications of intradecadalvariations in length of day

R Holme *et al*

doi:10.1038/nature12282

الفيزياء

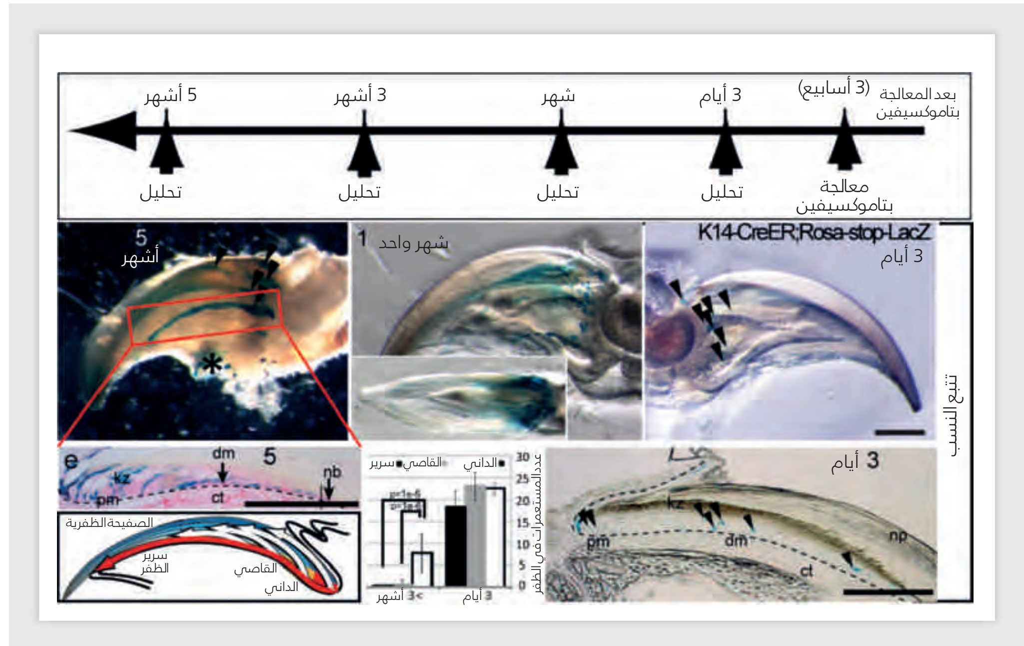
حَبْس الضوء.. دون مَرَايـا

حبس الضوء له تطبيقات عملية كثيرة، منها ـ على سبيل المثال ـ في الألياف البصرية، والأدلة الموجية، والفوتونيات، لكن أساليب الحبس الحالية تستخدم جميعها أشياء أو منظومات، مثل مرايا معدنية، تمنع الموجات الصادرة. وهنا يعرض شيا ويهسو وزملاؤه نهجًا جديدًا لحبس الضوء، لا يعتمد على المرايا. وقد أظهر الباحثون تجريبيًّا أنه بالنسبة لشريحة عازلة منمّطة، هناك«حالات مقيدة» بصرية مستقرة معينة تحتجز الضوء، رغم أن الموجات الصادرة متاحة بالوسط المحيط. وهذا الأسلوب الجديد لاحتجاز الموجات الكهرومغناطيسية ذو انتقائية على مستوى المُتَّجَه الموجي والطول الموجي، ولذلك.. فهو يلائم المُرَشِّحات البصرية، وأجهزة التضمين والاستخلاص (modulators)، والأدلة الموجية. ويمكن استخدام تلك التقنية كذلك مع الإلكترونيات والموجات الميكانيكية، مثلما تُستخدم مع الضوء.

Observation of trapped light within theradiation continuum

C Hsu *et al*

doi:10.1038/nature



الخلايا الجذعية

الظُّفْر يسيطر على تجدُّد الإصبع

تجدُّد رأس إصبع في الفئران والبشر هو مثال لافت لتجدُّد أعضاء الثدييات. ومع ذلك.. فهذه القدرة محدودة جدًّا: فالأصابع لا تتجدد أبدًا عندما يُبتر منها أكثر من الظفر. وقد قدَّم مايوميِيتو وزملاؤه تبصرًا جديدًا حول هذه العملية، بإظهار أن الآليات الحاكمة لمسار تمايز خلايا الظفر الجذعية في الفئران مقترنة مباشرة بقدرتها على تنسيق تجدد الأصابع. وتخضع أشلاف الظفر البعيدة عن منطقة خلايا الظفر الجذعية للتمايز إلى ظفر في عملية تعتمد على إشارات Wnt. وتنشيط إشارات Wnt مطلوب أيضًا لتجدد الظفر، ولجذب الأعصاب التي تعزز تجدُّد كامل الإصبع بعد البتر. ويرى الباحثون إمكان استخدام خلايا الأظافر الجذعية لتطوير علاجات جديدة لمبتوري الأطراف.

Wnt activation in nail epitheliumcouples nail growthto digit regeneration

M Takeo *et al*

doi:10.1038/nature12214

الشكل أعلاه | مأوى الخلايا الجذعية العصبية في محتوى الظفر الدّاني. أ، مخطط تجريبي. **ب، ج،** تحضيرات عينات كاملة (ب) وعينات مقطعة (ج) من الفئران المراسِلة. تم اكتشاف تعبير LacZ في الأوقات المبيّنة بعد العلاج بتاموكسيفين (Tam). تُظْهِر الصورة الصغيرة الملصقة داخل ب منظرًا علويًّا للظفر. د، شرائط تحليل $LacZ^+$ كميًّا. هـ، تحليل مقاطع نسيجية لمستعمرة $LacZ^+$ بعد 5 أشهر من المتابعة وتمثيل تخطيطي لأنساب كل خلية من خلايا المحتوى الداني.

الكيمياء الحيوية

تخليق الفينول دون مشكلات

إن الأكسدة الانتقائية لرابطة (C-H) أمر أساسي للكيمياء العضوية التخليقية، من خلال إنتاج الجزيء الوظيفي المستهدف، وفي الجزيئات المتراكبة على مستوى التخليقات الأكثر تعقيدًا على حد سواء. ويستخدم هنا ديونيشيو سيجل وزملاؤه تحليلًا حسابيًّا لتطوير أسلوب جديد، لتحويل الأرينات arenes إلى فينولات phenols، وهو ما يتطلب ظروفًا أكثر اعتدالاً بكثير من الطرق الأكثر رسوخًا. يستخدم الباحثون بيروكسيدفثالويل مؤكسدًا انتقائيًّا في تفاعل لا يتطلب محفِّزًا معدنيًّا، وهو أمر مفضَّل (من حيث القصور الحراري)، وله مقدرة تحمُّل عالية بالنسبة إلى مجموعات وظيفية مختلفة متنوعة.

Metal-free oxidation of aromatic carbon–hydrogenbonds through a reverse-rebound mechanism

C Yuan *et al*

doi:10.1038/nature12284

الأحياء المجهرية

تكاثر ميكروبي في رواسب تحت قاع البحر

التمثيل الغذائي الميكروبي في بيئة بحرية تحت السطح عامل مهم في مختلف الدورات البيولوجية الجيولوجية الكيميائية الإجمالية، لكن حتى الآن يبقى فهمنا محدودًا لأنواع التمثيل الغذائي التي تحدث. تستخدم هذه الدراسة مناهج الميتاترانسكريبتوم metatranscriptomics (دراسة التنوع الوظيفي والأيضي للبكتيريا)؛ للبحث في التعبير الجيني في رواسب تصل إلى عمق 159 مترًا تحت قاع البحر، قبالة ساحل بيرو. والأيض اللاهوائي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

للأحماض الأمينية والكربوهيدرات والدهون هي عمليات التمثيل الغذائي السائدة في بيئة هذا «المحيط الحيوي العميق». ويشير توزيع المُنْتَسَخَات المرتبطة بانقسام الخلية إلى أن انقسام الخلايا يحدث، وليس الأمر مجرد دوران للكتلة الحيوية، دون انقسام.

Gene expression in the deep biosphere
W Orsi *et al*
doi:10.1038/nature12230

البيولوجيا الجزيئية

السيطرة على الالتقام بمفتاح الدهون

تُعد الفوسفوينوسيتيدات (Phosphoinositides) مُنَظِّمات مهمة لحركة المرور عبر أغشية الخلايا. ففي حين أن دور الفوسفاتيدَيْلينوسيتول -(5،4) ثنائي الفوسفات (PI(4,5)P2) قد تم توصيفه جيدًا، فإن دور الفوسفاتيدَيْلينوسيتول (4،3)- ثنائي الفوسفات (PI(3,4)P2) ما زال غير واضح. وفي هذه الدراسة، يوضح فولكر هوك وزملاؤه أن تكوين الفوسفاتيدَيْلينوسيتول (4،3)- ثنائي الفوسفات، أي(PI(3,4)P2) عن طرق إنزيم من الفئة الثانية للفوسفاتيدَيْلينوسيتول 3-كِيْنيز C2α(PI3K C2α) يتحكم مكانيًّا وزمانيًّا في الالتقام الذي يتوسطه كلاثرين (clathrin). وتوضح تلك النتائج وظيفة جديدة للفوسفاتيدَيْلينوسيتول (4،3)- ثنائي الفوسفات في حركة المرور عبر الأغشية.

Spatiotemporal control of endocytosis byphosphatidylinositol-3,4-bisphosphate
Y Posor *et al*
doi:10.1038/nature12360

الوراثة/ السرطان

اقتلاع طفرات إيجابية زائفة للسرطان

حددت المناهج الجينومية للسرطان عشرات الجينات المسؤولة عن نشوء وتطور السرطان، لكن كلما زاد حجم العينة، نمت أيضًا قائمة الجينات المهمة المزعومة المحدَّدة بالأساليب التحليلية الراهنة، ويرجح أن تشمل طفرات «إيجابية زائفة». تبين هذه الدراسة أن هذا الوضع ناجم ـ بشكل كبير ـ عن عدم التجانس (التغاير) الطفري، وتقدِّم الدراسة منهجية MutSigCV الجديدة لتحليل الطفرات التي تتغلب على المشكلة، من خلال دمج التغاير الطفري في التحليل. وتطبيق منهجيةMutSigCV في تحلیل الطفرات على أكثر من 3000 عينة أورام من 27 نوعًا مختلفًا أظهرَ أن تكرار وتيرة الطفرات يتفاوت بأكثر من1000 مرة بين عينات متطرفة موجودة بين أنواع الأورام، وضمنها. ولَدَى تطبيقها على مجموعة بيانات لسرطان الرئة؛ خفضت منهجية MutSigCV لائحة الجينات المتطرفة بشكل كبير من 450 إلى 11 جينًا بشكل أكثر قابلية للإدارة، ومعظمها ورد سابقًا أنه تطفُّر في الخلايا الحرشفية (القشرية) لسرطان الرئة.

Mutational heterogeneity in cancer and the searchfor new cancer-associated genes
M Lawrence *et al*
doi:10.1038/nature12213

أشكال (طفيلي الملاريا) الكثيرة

عندما يصيب طفيلي الملاريا البشرية «بلازموديوم فالسيباروم» خلايا الدم الحمراء، فإنه يتجنب اكتشافه بواسطة جهاز المناعة البشري بالتعبير عن جين واحد فقط من ستين جينًا من جينات «ڤار» المُسْتَضِدِّية المتميزة *var* في المرة الواحدة، ثم يتحول إلى التعبير عن جين آخرجديد أثناء فترة العدوى. وهنا، أظهر لويس مِلر وزملاؤه أن تعديل هيستون H3 ليسين 36 ثلاثي المثيلة (H3K36me3) موجود في موقع بداية النسخ، وبامتداد مجموعة الجينات الصامتة من إجمالي جينات «ڤار». وحَذْف جين *PfSETvs* من طفيلي الملاريا يؤدي إلى نَسْخ متزامن لكل جينات «ڤار» الستين، كل واحد منها يُرَمِّز لنسخة مختلفة من بروتين الغشاء1PfEMP. وبالتالي، فإن *PfSETvs* لديه دور رئيس فى إسكات جينات «ڤار». وبالإضافة إلى ذلك.. فإن طفيليات الملاريا المحورة التي تنتج من حذف جين *PfSETvs* في هذه الدراسة لديها إمكانات العمل كلقاح مضاد للملاريا، نظرًا إلى قدرتها على التعبير عن كل بروتينات الغشاء1PfEMP، التي ينبغي أن تولِّد ذخيرة واسعة من الأجسام المضادة؛ للحماية من الملاريا.

PfSETvs* methylation of histone H3K36 repressesvirulence genes in *Plasmodium falciparum
L Jiang *et al*
doi:10.1038/nature12361

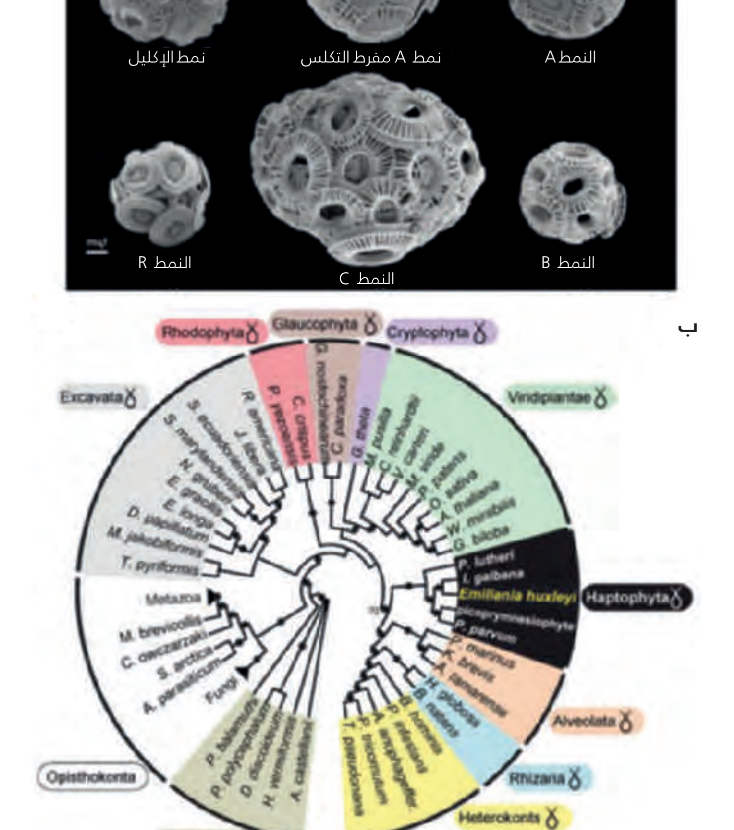
الجينوميات

جينومات إيملیانيا تكشف تنوعًا كبيرًا

تعرض هذه الدراسة جينومًا مرجعيًّا من سلالة طحالب «كوكّوليثوفوريس» العالقة (إيملیانیاهاكسلي CCMP1516). وطحالب «كوكوليثوفوريس» العالقة مكوِّن رئيس بالعوالق النباتية البحرية، وتغطي 20% من إجمالي تثبيت الكربون في بعض النظم، ولذلك.. لها تأثير مهم على المناخ العالمي. وتكشف مقارنة جينومها المرجعي بمتتابعات 13 سلالة أخرى عن جينوم شامِل، يتألف من جينات أساسية، وجينات موزَّعة بنسب مختلفة بين السلالات. وتشير النتائج إلى تغاير جينومي واسع، ينعكس في ذخيرة أيضية متنوعة، تفسر جزئيًّا كيف تزدهر سلالة الطحالب العالقة إيملیانیا هاكسلي، وتشهد إزهارًا عرضيًّا واسعًا في بيئات متنوعة كثيرة.

Pan genome of the phytoplankton *Emiliania* underpins its global distribution
B Read *et al*
doi:10.1038/nature12221

الشكل أسفله | إطحالب إيمليانيا هاكسلي العالقة، وموقعها في شجرة حياة حقيقيات النوى. أ، إيمليانيا هاكسلي لديها 5 أنماط شكلية للتكلس، مميزة جيدًا، وحالة مفرطة التكلس. **ب،** كلادوجرام (شجرة تاريخية عرقية) يبين فرعًا متميزًا تحتله سلالة الهابتوفايت على أساس تحليل RAxML لبروتينات متسلسلة مرمزة نوويًّا بعد إضافة المتماثلات من CCMP1516 وميتاجينوم يستهدف بيكو-بريمنيسيوفايت. هناك إشارة لسلالات أصناف الطحالب (رمز). وتمثل الدوائر المليئة عقدًا مع دعم لتقدير المعاملات bootstrap يساوي أو يتجاوز 70%. وقد تم تجذير الشجرة لأغراض العرض فقط.



الكيمياء الحيوية

السيطرة على مدخل أيونات الكالسيوم

تنظِّم إشارات أيونات الكالسيوم الخلوية بواسطة بروتينات (Ca^{2+}) جزيء التفاعل السَّديّ (STIM)، التي هي مجسّات لأيونات الكالسيوم في الشبكة الإندوبلازمية التي تربط نضوب مخزن أيونات الكالسيوم بافتتاح قنوات أيونات الكالسيوم المنشَّطة بإطلاق أيونات الكالسيوم (CRAC) في غشاء البلازما. وبروتينات ORAI هي وحدات مسامية فرعية لقناة CRAC، وتسيطر على فتح هذه القناة. وهنا، يقدم شارما وزملاؤه تحليلاً لتدخُّل الحمض النووي الريبي ـ على نطاق الجينوم ـ مصمَّمًا لتحديد المُنظِّمات الأساسية لمدخل أيونات الكالسيوم. ووجد الباحثون أن عائلة «سبتين» septin من الخيوط الهيكلية الخلوية هي منظِمات مهمة لهذه العملية، التي تعمل عبر الارتباط بين ORAI1 وSTIM1.

AnsiRNA screen for NFAT activation identifiesseptins as coordinators of store-operated Ca^{2+} entry

S Sharma *et al*

doi:10.1038/nature12229

التغير المناخي

هدف أشمل للسيطرة على المناخ

تركز مفاوضات المناخ الحالية على إدارة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري؛ لكبح ارتفاع درجة الحرارة، فلا تزيد الحرارة عن درجتين مئويتين فوق مستواها في ظروف مناخ ما قبل الثورة الصناعة. وجدير بالذكر أنّ درجة الحرارة تمثل جانبًا واحدًا من جوانب تغير المناخ. ولذلك.. يأخذ ماركو ستيناتشر وزملاؤه في الاعتبار متغيرات إضافية أخرى، مثل ارتفاع مستوى سطح البحر، وتحمُّض المحيط، وصافي الإنتاج الأساسي؛ ويضعون أسسًا معقولة لكل متغير. وبأخذ هذه المتغيرات في الاعتبار، يصبح المستوى المسموح به لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري أقل كثيرًا من الحد الأدنى المسموح به لدى اعتبار درجة الحرارة وحدها.

Allowable carbon emissions lowered by multipleclimate targets

M Steinacher *et al*

doi:10.1038/nature12269



غلاف عدد 18 يوليو 2013

طالع نصوص الأبحاث في عدد 18 يوليو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

البيولوجيا الجزيئية

الهيالورونيت الأطول يقي الفئرانَ السرطان

إنّ الفئران المعمِّرة العارية تلفت الانتباه، لجَمْعِها بين طول الأعمار، ومقاومتها الكاملة تقريبًا للسرطان. ومؤخرًا، هناك مُتَغَايِر جديد لجزيء جلوكوزأمينوجلايكان ـ ربما تطور لتزويد هذه المخلوقات بجلد قاس مرن؛ ليلائم معيشتها تحت الأرض ـ تم التعرف عليه باعتباره مساهمًا رئيسًا في مقاومة السرطان. وهيالورونان، أو هيالورونيت هو مكوِّن موجود بكل مكان من مادة النسيج خارج الخلايا. وقد لاحظ شياو تيان وزملاؤه أن وسط استزراع الخلايا الليفية للفئران المعمِّرة العارية يصبح هذا المكوِّن غائمًا، بسبب تراكم مادة «لزجة» سميكة، شُخِّصَت بأنها جزيء هيالورونان عالي الكتلة الجُزيئية (HMM-HA)، وهو أكبر بخمس مرات من نظيره لدى الفئران والبشر. يتراكم هذا الجزيء بأنسجة الفئران المعمِّرة العارية، بسبب انخفاض نشاط إنزيم هيالورونيداز، وصورة فريدة من هيالورونان سينثيز2. يعمل هيالورونان عالي الكتلة الجُزيئية من خلال المستقبِل CD44، وتجعل إزالة هذا الهيالورونان خلايا الفئران المعمِّرة العارية أكثر عرضة للتحول (التسرطن). ويقترح هذا النموذج ـ غير العادي للوقاية من السرطان ـ سبلاً جديدة ممكنة للبحث في استراتيجيات مضادة للسرطان وإطالة العمر.

الغلاف: جول سارتور/ مجموعة صور ناشيونال جيوجرافيك/ آلامي.

High-molecular-mass hyaluronan mediates the cancer resistance of the naked mole rat

X Tian *et al*

doi:10.1038/nature12234

الوراثة

إظهار كروموسوم جنس سابق

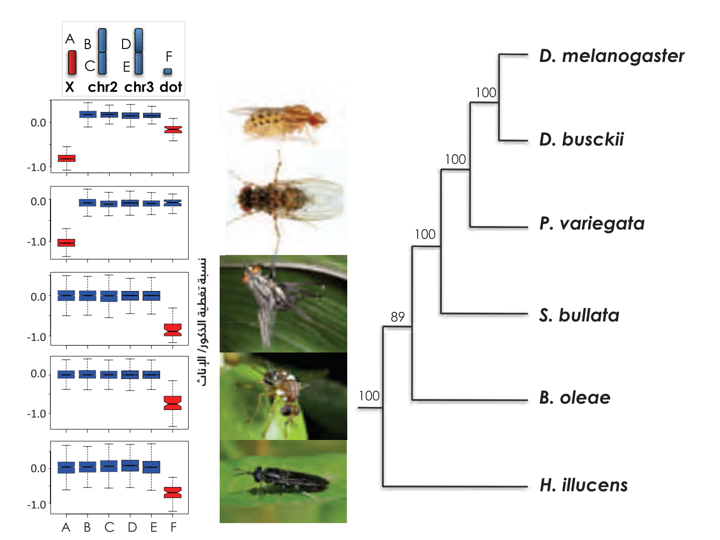
المعلوم أن آليات تحديد الجنس تتطور بشكل متواتر في أنواع ذات كروموسومات (صبغيّات) جنسية متطابقة، لكن يُنظر إلى كروموسومات الجنس المتمايزة (مثل X وY) كمرحلة تطوّرية نهائية، ناجمة عن تكيفات كروموسوميّة محددة، مثل تعويض الجرعة، أو تراكم الطفرات الخاصة بالجنس. وباستخدام كل تتابعات الجينوم والجينوميات المقارنة، أظهرت بياتريس فيكوسو، ودوريس باكتروج أن زوجًا جسميًّا في ذبابة الفاكهة ـ كروموسوم النُّقطة ـ تطوَّر عن كروموسوم X. وتفسِّر نتائجهما عدة جوانب محيرة سابقًا لبيولوجيا كروموسوم النُّقطة لدى ذبابة الفاكهة، كبقايا حياته السابقة عندما كان كروموسومًا جنسيًّا.

Reversal of an ancient sex chromosome to an autosome in *Drosophila*

B Vicoso *et al*

doi:10.1038/nature12235

الشكل أسفله | الكروموسومات الجنسية في الحشرات ذات الجَناحَين كما كشفها تحليل الجينوم. يستدل على العلاقة التطورية من185 جينًا محفوظًا مرمِّزًا للبروتين (93134 حمضًا أمينيًّا) باستخدام PhyML (مع قيم بَادِئة مبينة عند العُقَد)، ونسبة تغطية الذكور إلى الإناث عبر العناصر الكروموسومية (عناصر مولر من A إلى F) في الأنواع ذات الجناحين قيد الدراسة.



كروموسومات X (الحمراء) لها نصف تغطية القراءة في الذكور مقابل الإناث. الصناديق تمتد من الربع الأول إلى الربع الثالث، وشعيرات طولية لأبعد نقطة بيانات في غضون ضِعف ونصف المدى الرُّبعي (بين الشرائح الربعية).

الوراثة

تنظيـم اتجـاه النَّسْخ

إنّ إنزيم بوليميراز الحمض النووي الريبي الثاني (RNAPII) يستهل النَّسْخ مُتَبَاعِدًا عن أنشط المعزِّزات الجينيّة، لكن هناك آلية غير معروفة تحِدّ من الاستطالة المنتجة إلى منطق واتجاه الترميز. وهنا، أظهر ألبرت ألماداِ وزملاؤه أن محددات التتابع غير المتماثلة والمحيطة بمواقع بدء النسخ الجيني تتحكم في الاتجاه المعزز في خلايا الثدييات. أمّا أحماض المنطق المضاد النووية الريبية ـ أعلى مطلع الجين ـ فتنشقّ وتُذَيَّل بعديد الأدينيلات في مواقع بولي (A) بعد قليل من بدئها، بينما تنضب إشارات مواقع بولي (A) في الاتجاه الأصلي. وتُثرى جينات الترميز في مواقع لصق U1 snRNP التي تحمي من الانشقاق السابق لأوانه. وبناء على ذلك.. تحدِّد تتابعات U1 ومواقع بولي (A) اتجاه استطالة النَّسْخ، وتحِدّ من النسخ المتغلغِل.

Three-state mechanism couples ligand and temperature sensing in riboswitches

A Reining *et al*

doi:10.1038/nature12378

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علوم الأرض

التاريخ المتقلِّب للأرض

حدَّد زايكونج وانج، وهاري بيكر نِسَب ووفرة الكبريت، والسيلينيوم، والتيلوريوم في وشاح الأرض، بناءً على بيانات جديدة لشعشعة (تخفيف) النظائر بصخور بريدوتايت الوشاح، تعود إلى ما بعد الحقبة الآركية. وجد الباحثان أن تركيب الوشاح المُسْتَنبط (بحسب البيانات الجديدة) يتسق مع الرؤية القائلة إن توقيع العنصر المُحِبّ جدًّا للحديد بمعظم سيليكات الأرض يعكس هيمنة «القشرة المتأخرة» للمواد المستنفدة شبيهة الكوندرَايت، الغنية بالكربون، والمتقلِّبة جزئيًّا. وخلص الباحثان إلى أن تلك القشرة المتأخرة زوَّدت الأرض بما يتراوح بين 20% و100% من حصيلة الهيدروجين والكربون بسيليكات الأرض.

Ratios of S, Se and Te in the silicate Earth require a volatile-rich late veneer

Z Wang *et al*

doi:10.1038/nature12285

علم الأعصاب

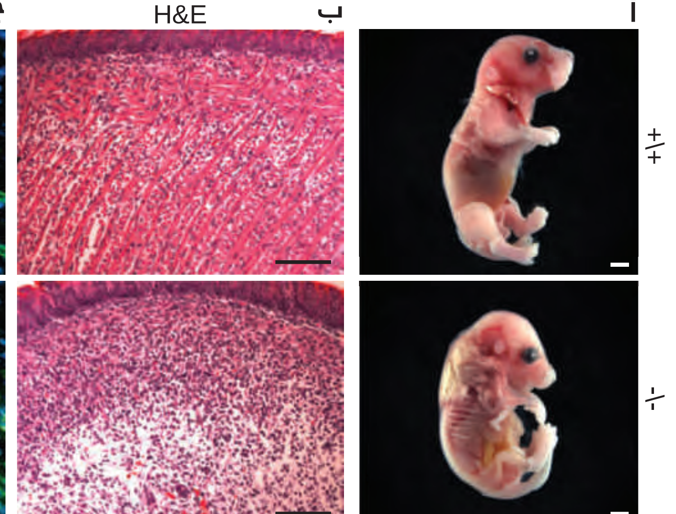
مُستشعِر جديد للنشاط العصبي

مُستشعرات الكالسيوم المرمزة وراثيًّا جلبت تسجيلاً عصبونيًّا لأدمغة اللافقاريات الصغيرة، لكن هذا النهج تخلَّف عن الفسيولوجيا الكهربائية الكلاسيكية في الفقاريات. ومؤخرًا، استخدم دوجلاس كيم وزملاؤه التَّطْفير ـ إحداث التحوير الوراثي ـ الانتقائي لهندسة مسبار جديد فائق الحساسية (GCaMP-6)، لإثبات تحسين الاستبانة المكانية والزمانية في الجسم الحي، من الذباب إلى سمك الزرد. وبالإضافة إلى ذلك.. في القشرة البصرية للفأر، يمكن لمسبار GCaMP-6 الكشف بشكل موثوق عن إمكانات العمل الأحادي، وضبط توجُّه العمود الفقري المفرد. ويمكن استخدام مُستشعِرات GCaMP-6 لتصوير مجموعات كبيرة من العصبونات، فضلًا عن الحجيرات المشبكيّة الصغيرة خلال عدة جلسات تصوير، تفصل بينها أشهر؛ مما يتيح أداة جديدة مرنة لأبحاث الدماغ، ودراسات إشارات الكالسيوم.

Ultrasensitive fluorescent proteins for imaging neuronal activity

T Chen *et al*

doi:10.1038/nature12354



الأنسجة الحيوية

بروتين لبناء العضلات

يعتمد تشكيل ألياف العضلات الهَيكَليَّة على اندماج خلايا الأرومَة العَضَليَّة (المكوِّنة للعضل) لإنتاج ألياف عضلية متعددة الأنوية. وكان إريك أولسون وزملاؤه قد شخصوا ووصّفوا بروتينًا خاصًّا بالعضلات الهَيكَليَّة، غير معروف سابقًا، هو ميوميكر myomaker، أي صانع الأرومَة العَضَليَّة، المطلوب اندماجها إلى ألياف متعددة الأنوية. ألغى الحذف الوراثي لبروتين ميوميكر في الفئران اندماج خلايا الأرومَة العَضَليَّة تمامًا، وأدَّى التعبير القسري عن بروتين ميوميكر بخلايا العضلات إلى اندماج مفرط، ومَنْح سوء التعبير في خلايا الأرومة الليفية قدرة لتندمج مع الأرومَة العَضَليَّة. تقدِّم هذه النتائج تبصرًا جديدًا بالآلية الجزيئية لتشكيل العضلات، وتقترح قدرة بروتين ميوميكر لدفع اندماج الخلايا غير العضلية بخلايا العضلات استراتيجية جديدة؛ لتعزيز إصلاح العضلات.

Myomaker is a membrane activator of myoblast fusion and muscle formation

D Millay *et al*

doi:10.1038/nature12343

الشكل أعلاه | «الميوميكر» Myomaker ـ صانع خلايا الأرومَة العَضَليَّة ـ بروتين أساسي لنمو العضلات الهيكلية. أ، تم تشريح وسلخ أجنة كاملة النمو من فئران النمط البري والفئران منزوعة بروتين «الميوميكر»؛ لتوضيح افتقاد العضلات المحيطة بأطراف الفئران منزوعة «الميوميكر». **ب،** تَقْطِيع شحم البارافين والصبغ بصبغة H&E على الألسن يظهر افتقاد الألياف العضلية في أجنة الفئران منزوعة «الميوميكر». **ج،** مقاطع طولية لعضلات قوائِم خلفيّة مصبوغة بأجسام مضادة للميوسين، لتحديد التَّنَوِّي المتعدد بخلايا العضلات. أطراف فئران النمط البري تُظْهِر أليافًا عضَليّة تحتوي على نوى عديدة، غائبة في مقاطع الفئران منزوعة «الميوميكر». مقياس البار: أ، مليمتران؛ ب، 100 مايكرومتر؛ ج، 40 مايكرومترًا.

فيزياء المُوَصِّلات

انعطاف جديد حول تأثير جوزيفسون

أشار بريان جوزيفسون في عام 1962 إلى أن «تيارًا فائقًا» لا يتبدد سيتدفق بين موصلين فائقين مفصولين بواسطة رابطة ضعيفة تشبه وصلة نَفَقيّة. وكان محقًّا في ذلك. فقد أطلق تأثير جوزيفسون مجالاً بحثيًّا جديدًا مع تطبيقات في قياس المجالات المغناطيسية والطب وعلم الفلك. وتصف هذه الدراسة أحد جوانب تأثير جوزيفسون التي سبق تجاهلها. تقوم تطبيقات وصلة جوزيفسون الراهنة على خواص حالة الحضيض فقط، حيث تتموضع أزواج الإلكترونات الحاملة للتيار الفائق عند الرابطة الضعيفة؛ وتُكَوِّن ما يدعى ثنائيات حضيض أندريف، وهي طور زوجي مستثار. وبرهن بريثو وزملاؤه على وجود أطوار زوج أندريف المستثارة عبر قياسات طيفية للوصلات الذرية فائقة التوصيل. وهذه الدرجة من الحرية لأزواج الإلكترونات النفقيّة المتجاهَلة سابقًا هي مورد كمي جديد، يمكن استغلاله في أنواع جديدة من البِتَّات الكمية فائقة التوصيل.

Exciting Andreev pairs in a superconducting atomic contact

L Bretheau *et al*

doi:10.1038/nature12315

الكيمياء الحيوية

اختيار المُغَذِّيات بالسيطرة على الناقل

عندما يكون مصدر الكربون المفضل متاحًا، تستخدم البكتيريا نظامًا يُعرف بـ«كبت ناتج تقويض الكربون»؛ لوقف تَخْلِيق ونشاط البروتينات المنخرطة في استخدام مصادر الكربون الأقل تفضيلًا. وفي نظام إنزيم ناقِلَة الفوسفات الخاص بالجلوكوز للبكتيريا الإِشْرِيكِيَّة القولونيَّة، يكون إنزيم EIIAGlc (IIA) محوريًّا لنظام السيطرة هذا، وعندما يكون الجلوكوز متاحًا في البيئة، يتوقف نقل السكريات الأخرى، مثل المالتوز. وتقدِّم هذه الدراسة بِنْيَة بلورية بالأشعة السينية لإنزيم EIIAGlc المقيَّد إلى ناقل المالتوز MalFGK2. وتكشف البنية أن جزيئين من إنزيم EIIAGlc يتقيَّدان بوحيدات إنزيم الأدينوزين ثلاثي الفوسفات السيتوبلازمية من ناقل المالتوز؛ مما يحقق استقراره في التشكُّل المواجِه للداخل، ويمنع إعادة ترتيب البنية اللازم للتحلل المائي لأدينوزين ثلاثي الفوسفات، وكذلك نقل المالتوز.

Carbon catabolite repression of the maltose transporter revealed by X-ray crystallography

S Chen *et al*

doi:10.1038/nature12232

نظم البيئة

زيادة كبيرة في كفاءة استخدام ماء الغابات

تشير نظريةٌ إلى أن ارتفاع تركيزات ثاني أكسيد الكربون بالغلاف الجوي ينبغي أن يزيد كفاءة استخدام النباتات للماء، لكن القيمة الحقيقية لذلك التأثير في منظومات الغابات الإيكولوجية الطبيعية ليست معروفة. وتحليل القياسات بعيدة المدى لتدفق الكربون والماء من مواقع أبحاث الغابات عبر نصف الكرة الشمالي وجد ارتفاعًا كبيرًا غير متوقع في كفاءة استخدام الماء أثناء العقدين الماضيين، متزامنًا مع ارتفاع ثاني أكسيد كربون الغلاف الجوي من 350 إلى 400 جزء في المليون. تُرَافِق ذلك التوجه غالبًا زيادات متزامنة في معدلات الامتصاص الضوئي وحبس الكربون. ويرى الباحثون انغلاقًا جزئيًّا في الثغيرات stomata؛ للحفاظ على تركيزات ثابتة من ثاني أكسيد الكربون بأوراق النبات، كأرجح تفسير للتوجه الملحوظ في كفاءة استخدام الماء. هذا.. وتتعارض النتائج مع النظرية الحالية السائدة، ونماذج المحيط الحيوي الأرضي.

Increase in forest water-use efficiency as atmospheric carbon dioxide concentrations rise

T Keenan *et al*

doi:10.1038/nature12291

الكيمياء البنيوية

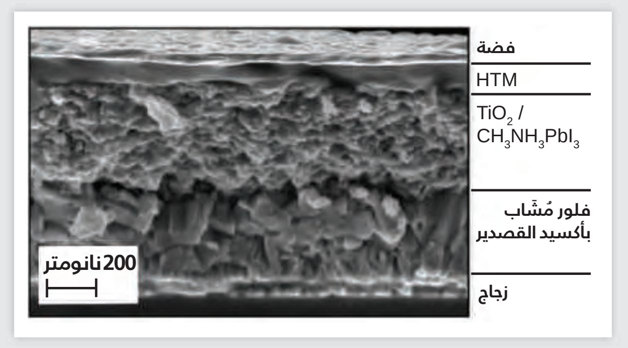
بِنْيَة وسيط هالوجيناز SyrB2 التفاعلي

الوسيط التفاعلي الأساسي في التفاعلات التأكسدية المُحفَّزة بواسطة إنزيمات الحديد أحادي النواة غير الهيمي (NHFe) هو نوع عالي الغزل (Fe(IV)=O (S =2). في هذه الدراسة، استخدم الباحثون مطياف رنين نووي اهتزازي (NRVS) سينكتروني الأساس، وهو أسلوب حساس يعرِّف اعتماد الأنماط الاهتزازية للحديد (Fe) على طبيعة الموقع النشط لأكسيد الحديد الخماسي (Fe(IV)=O)، لتحديد بنية الوسيط التفاعلي لهالوجيناز SyrB2 من مُمْرِض النبات بسودوموناس سيرينجاي. يتفاعل هذا الوسيط عبر خطوة ابتدائية هي تجريد ذرة هيدروجين، مع تفاعلية انتعاشية لاحقة للهَلْجَنَة halogenation (الفطرية) أو الهدركسلة hydroxylation (غير الفطرية) كونها تعتمد على الرِكيزة. تقود الرِكيزة توجه الوسيط الأوكسو oxo، مما يقدم مدارات جزيئية طرفية محددة يمكنها تنشيط الهلجنة الانتقائية في مقابل تفاعلية الهدركسلة.

Elucidation of the Fe(IV)=O intermediate in the catalytic cycle of the halogenase SyrB2

S Wong *et al*

doi:10.1038/nature12304



الطاقة الشمسية

مضاعفة الطاقة الشمسية

خلايا الحالة الصلبة الشمسية القابلة للمعالجة محلويًّا وتستخدم البيروفسكايت العضوي-غير العضوي كمادة (صبغة) حاصدة للضوء يمكنها مبدئيًّا أن تُظهر كفاءات تحويل طاقة رائعة، لكن يمكن لأدائها أن يتفاوت كثيرًا من آلة لأخرى نتيجة لطريقة غير منضبطة تترسب بها الصبغة عادة. أورد جوليان بورشكا وزملاؤه عملية ترسيب من خطوتين تقلل لأدنى مستوى الاختلافات المورفولوجية في الصبغة، مما ينتج خلايا شمسية بقابلية استنساخ مُحسَّنة بشكل كبير وكفاءات تحويل الطاقة تصل إلى حوالي 15%، وهو ما يُعَدّ رقمًا قياسيًّا جديدًا لهذه الفئة من الخلايا الشمسية.

Sequential deposition as a route to high-performance perovskite-sensitized solar cells

J Burschka *et al*

doi:10.1038/nature12340

الشكل أعلاه | مقطع مسح مجهري إلكتروني (SEM) مستعرض لجهاز جهدي ضوئي مكتمل. لاحظ أن الطبقة المدمجة الرقيقة لثاني أكسيد التيتانيوم (*TiO_2*) الموجودة بين الفلور المُشَّاب بأكسيد القصدير (FTO)، ومُرَكَّب متوسط النطاق ليست محلولة (مفصولة) في صورة المسح المجهري الإلكتروني.

الباثولوجيا الجزيئية

السَببيّة في متلازمة ريت

تنجم متلازمة رِيت Rett (اضطراب النمو العصبي في الطفولة) عن طفرات في بروتين MeCP2، وهو البروتين الذي ينظم النسخ في العصبونات. وقد حدَّد مايكل جرينبرج وزملاؤه موقع ثريونين 308 (T308) على بروتين MeCP2، الذي تُنظِّم فسفرته بواسطة نشاط العصبونات. وفسفرة ثريونين 308 تعترض تفاعل MeCP2 مع مركب الكابح المشارك NCoR، بحيث يكبت قدرة MeCP2 على كبح النسخ. وتُظهِر الفئران التي تحمل طفرات MeCP2 ثريونين 308 أعراضًا متصلة بمتلازمة ريت؛ مما يدل على أن هذه الفسفرة المعتمدة على النشاط وتنظيم تفاعل MeCP2/NCoR قد تؤدي دورًا سببيًّا لمتلازمة ريت.

Activity-dependent phosphorylation of MeCP2 threonine 308 regulates interaction with NCoR

D Ebert *et al*

علم الأعصاب

تيارات منفصلة بقشرة الدماغ الحِسِّيَّة

من أجل فهم بيئة ما، ينبغي التعرف على هوية وموقع الأشياء

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بداخلها. ففي النظام البصري، يُعتقد أن هاتين الخاصّيّتين تعالجان في تيارين منفصلين بالدماغ، لكن مدى اختلاف تلك الجوانب التحفيزية الذي يتم تمثيلها في النظام الحسي الجسدي أقل وضوحًا. ومؤخرًا، أظهر فريتيوف هَلمكِن وزملاؤه أن الإسقاطات المتمايزة وغير المتداخلة من القشرة الحسية الجسدية الأولية إلى القشرة الثانوية والقشرة الحركية بأدمغة الفئران تكون نشطة أثناء مختلف المهام؛ مما يوضِّح كيفية فصل المعلومات داخل منطقة ما إلى مُخْرَجات منفصلة.

Behaviour-dependent recruitment of long-range projection neurons in somatosensory cortex
J Chen *et al*
doi:10.1038/nature12236
doi:10.1038/nature12348

الأمراض

سم جديد لعلاج حُمَّى التيفوئيد

الأسس البيولوجية لخصائص السالمونيلا التِّيفيّة المعوية المُمْرِضة غير معروفة بشكل كبير. تسبب السالمونيلا التيفية المعوية التهابات جهازية (عامة) تهدد الحياة، تُعرف بحُمَّى التيفوئيد، في حين أن معظم الأنماط المَصْليّة للسالمونيلا المعوية الأخرى إمّا أنْ تكون غير ضارة، أو مرتبطة بعدوى مَعِديّة أقل خطورة، أو بتسمم غذائي. وتبين هذه الدراسة أن إدارة سم التيفوئيد ـ وهو سم جديد (AB) يتكون من وحدتين فرعيتين من النوع (A)، وهو خاص بالسالمونيلا التِّيفيّة المعوية ـ تعيد إنتاج أعراض حادة عديدة لحُمَّى التيفوئيد. ويمضي الباحثون قدمًا لتحديد الكربوهيدرات على سطح خلية البروتينات السكرية كمستقبلات لسم التيفوئيد؛ والوقوف على البِنْيَة البلوريّة للسم؛ مما يتيح تبصرًا بتلك التفاعلات. وتشير هذه الاكتشافات إلى أن العلاجات القائمة على مضادات السم قد تكون فعالة في علاج التيفوئيد.

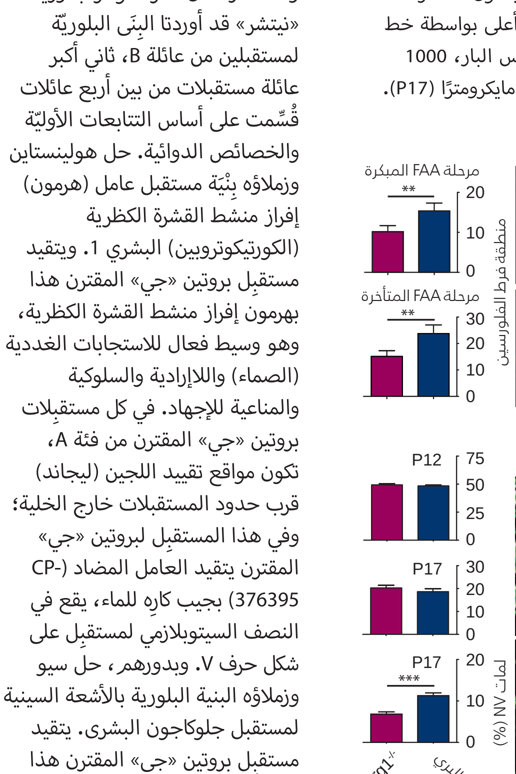
Structure and function of the Salmonella Typhi chimaeric A_2B_5 typhoid toxin
J Song *et al*
doi:10.1038/nature12377

البيولوجيا الجزيئية

بروتين LRG1 يُعتبَر هدفًا دوائيًّا محتمَلًا

تكوين الأوعية الدموية بشكل معيب سمة مشتركة في أمراض عديدة، كالضمور البقعي المرتبط بالعمر (في العيون)، وتصلب الشرايين، والتهاب المفاصل الروماتويدي، والسرطان. ومؤخرًا، شخَّص جون جرينوود وزملاؤه بروتينًا سكريًّا جديدًا، مكوِّنًا للأوعية، لم تُعرف وظيفته سابقًا ـ هو البروتين السكري-2-α-1 الغني باللوسين (LRG1) ـ ويمارس تأثيره من خلال تعديل إشارات عامل النمو-TGF-β. وهذا البروتين، لدى زيادة تنظيمه في عينات من الجسم الزجاجي لبشر يعانون اعتلال الشبكية السكري الانتشاري، يُنشِّط إطلاق تكوين الأوعية بالتقيد إلى المستقبِل إندوجلين، وبتعزيز إشارات TGF-β المعضدة لتكوين الأوعية. وتثبيط بروتين LRG1 بواسطة الأجسام المضادة يخفِّض استحداث الأوعية الدموية المُمْرِض في نموذج على الفئران لدراسة إصابة في شبكية العين، مما يشير إلى بروتين LRG1 كهدف علاجي محتمَل للسيطرة على تكوين الأوعية المُمْرِض في حالات العيون.

LRG1 promotes angiogenesis by modulating endothelial TGF-β signalling
X Wang *et al*
doi:10.1038/nature12345



الشكل أسفله | بروتين Lrg1 يسهم في استحداث الأوعية الدموية المُمْرِض. أ، صورة ممثلة لآفات فأر محروقة بالليزر، عن طريق تصوير قاع العين بالأشعة تحت الحمراء لدى فئران النوع البري (WT) وفئران Lrg1-/-. بعد الليزر بسبعة أيام. كشف التصوير بالفلوريسين لأوعية قاع العين في المرحلة المبكرة والمتأخرة (FFA) اختزالًا لحجم آفات CNV، وانخفاضًا في تسرب الفلوريسين، على التوالي، لدى فئران Lrg1-/-. صور ممثلة للآفات CNV، مصبوغة بالأيزوليكتين B4 (أحمر) في المشيمية بعد الاستحداث بسبعة أيام، أكدت انخفاض حجم الآفات لدى فئران Lrg1-/-. الأشعة تحت الحمراء، والأشعة المؤينة. مقياس البار 100ميكرومتر. **ب،** في OIR، حذف بروتين Lrg1 لا يؤثر في حجم المنطقة اللاوعائية عند P12 (موضح بخط حدودي أبيض)، أو إعادة تكوين الأوعية الطبيعية المنظمة عند P17، لكن تقلل تشكيل لمات أوعية مستحدثة مرضية NV (مميزة باللون الأحمر، وترسم بقوة تكبير أعلى بواسطة خط فاصل أبيض).مقياس البار، 1000 مليمتر (P12) و50 مايكرومترًا (P17).

غلاف عدد 25 يوليو 2013
طالع نصوص الأبحاث في عدد 25 يوليو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

البيولوجيا الجزيئية البنيوية

مستقبِلان من فئة A لبروتين "جي" البَشرِي

مستقبِلات بروتين «جي» المقترن (GPCR) هي بروتينات غشائية تعمل كمِجَسّات لمجموعة واسعة من الإشارات خارج الخلوية، من ضمنها الفوتونات، والأيونات، والجزيئات العضوية الصغيرة، بل وبروتينات بأكملها. وما يقرب من ثلث الأدوية المعروفة تستهدف مستقبِلات بروتين «جي» المقترن. وحتى الآن، كانت جميع البِنَى المنشورة لمستقبِلات بروتين «جي» المقترن من فئة A. وكانت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» قد أوردتا البِنَى البلوريّة لمستقبلين من عائلة B، ثاني أكبر عائلة مستقبِلات من بين أربع عائلات قُسِّمت على أساس التتابعات الأوليّة والخصائص الدوائية. حل هولينستاين وزملاؤه بِنْيَة مستقبل عامل (هرمون) إفراز منشط القشرة الكظرية (الكورتيكوتروبين) البشري 1. ويتقيد مستقبِل بروتين «جي» المقترن هذا بهرمون إفراز منشط القشرة الكظرية، وهو وسيط فعال للاستجابات الغددية (الصماء) واللاإرادية والسلوكية والمناعية للإجهاد. في كل مستقبِلات بروتين «جي» المقترن من فئة A، تكون مواقع تقييد اللجين (ليجاند) قرب حدود المستقبلات خارج الخلية؛ وفي هذا المستقبِل لبروتين «جي» المقترن يتقيد العامل المضاد (-CP 376395) بجيب كارِه للماء، يقع في النصف السيتوبلازمي لمستقبِل على شكل حرف V. وبدورهم، حل سيو وزملاؤه البنية البلورية بالأشعة السينية لمستقبل جلوكاجون البشرى. يتقيد مستقبِل بروتين «جي» المقترن هذا بببتيد الجلوكاجون، الذي يطلق إفراز

الجلوكوز من الكبد، ولذلك.. فهو هدف علاجي قائم للنوع الثاني من السكري. وتكشف البِنْيَة عن جيب مقيد لليجاند أكبر من الذي يُرى في فئة A من مستقبِلات بروتين «جي» المقترن.

Structure of class B GPCR corticotropinreleasing factor receptor 1
K Hollenstein *et al*
doi:10.1038/nature12357

Structure of the human glucagon class B G-protein-coupled receptor
F Siu *et al*
doi:10.1038/nature12393

السرطان

خلية شديدة القِدَم للأورام العَظْمِيّة

إنّ تَعْطيل جين *PTPN11* الذي يُرَمِّز لإنزيم الفوسفاتيز SHP-2 هو سبب اضطراب الورم الغضروفي الفوقي الموروث (metachondromatosis). وباستخدام نموذج دراسي على الفئران، أظهر ونتيان يانج وزملاؤه أن حذف جين *PTPN11* من هادمات العظم يؤدي إلى ورم غضْروفِيّ فوقي، ينشأ في تجمُّع أسلاف خلايا اللّحمة البينيّة (المُكتشَفة مؤخرًا) في أخدود رانفييه المحيط بالغضروف. ويعمل فقدان جين *PTPN11* من خلال تنشيط الإشارات القنفذية، وقد أمكن تخفيف الورم الغُضْروفِيّ الفوقي في هذا النموذج باستخدام مثبطات المسار القنفذي. ولذلك.. فعلى نقيض أنواع الأورام الأخرى، يعزز جين *PTPN11* تكوين الورم، إلا أنه يكبح تكوين الأورام في أنسجة الغضروف.

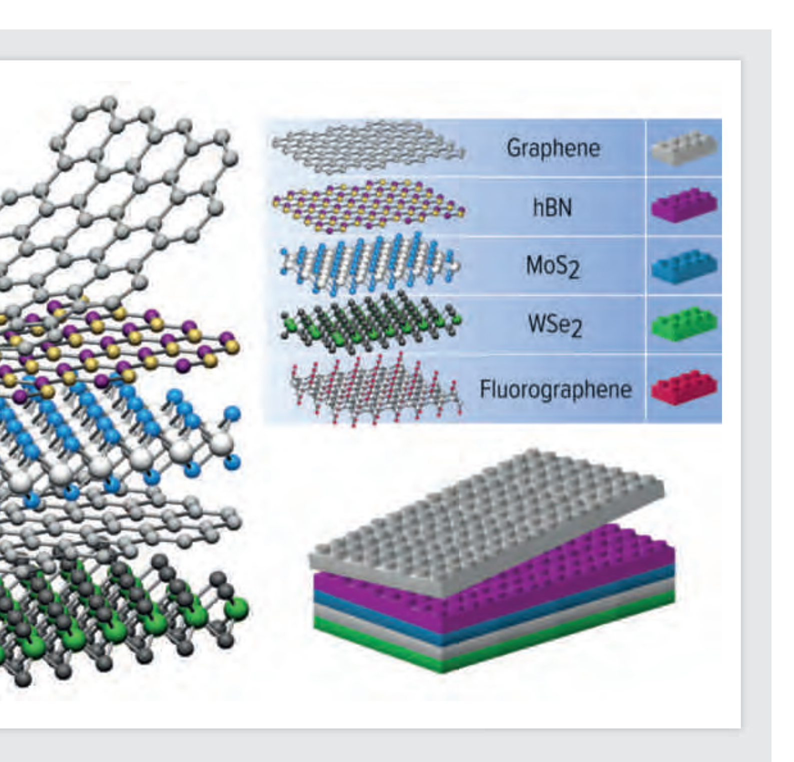
***Ptpn11* deletion in a novel progenitor causes metachondromatosis by inducing hedgehog signalling**
W Yang *et al*
doi:10.1038/nature12396

علم الأعصاب

انتبِه.. اخفضْ مستوى الضجيج

يعزِّز الانتباه المعالجة العصبية في نقاط عديدة بالنظم الحسية، لكنْ ليس مفهومًا بشكل جيد كيف يؤثر الانتباه على التفاعلات بين مختلف مناطق الدماغ. وقد فحص مارتن بوزْري وزملاؤه كيف يُغيِّر الانتباه الاتصال الوظيفي بالدماغ بين النواة الرُّكبيّة الجانبية والقشرة البصرية الأولية، وهما منطقتان تتعدلان بالانتباه. ووجدوا أن الانتباه لا يعزِّز كفاية الانتقال بين المناطق فحسب، بل أيضًا يزيد التزامن، ويخفض تراخي استجابات القشرة البصرية الأولية؛ وبالتالي يمكن خفض الضوضاء في النظام.

Attention enhances synaptic efficacy and the signal-to-noise ratio in neural circuits
F Briggs *et al*
doi:10.1038/nature12276



علوم المواد

أبحاث الجرافين وما وراؤها

يعرض أندريه جايم، وأيرينا جريجوريفا مراجعةً استشرافية لإمكانات المواد الطبقية ثنائية الأبعاد في بِنَى جديدة غير متجانسة متماسكة مع بعضها بتفاعلات ڤان دير ڤالز ضعيفة. هناك عشرات من البلورات المعروفة بسُمْك ذرة واحدة، أو جزيء واحد. وتمت دراسة الجرافين جيدًا بالفعل، لكن مواد أخرى ـ مثل نيتريد البورون سداسي الأوجه أحادي الطبقات، ومركب MoS_2، ومركب WSe_2، والجرافين، والفلوروجرافين، والمِيْكا، والسايليسين silicene ـ تستقطب اهتمامًا متزايدًا. وبالطبع ما زال هناك الكثير من المواد أحادية الطبقة التي ينبغي أن تخضع بالطبع للدراسة، وتضيف إمكانية مزج الجرافين مع بلورات أخرى مزيدًا من الخيارات، مما يقدم فرصًا جديدة مثيرة للاستكشاف العلمي والابتكار التكنولوجي.

Van der Waals heterostructures
A. Geim *et al*
doi:10.1038/nature12385

الشكل أعلاه | بناء هياكل فان دير فال غير المتجانسة. إذا اعتبر المرء أن البلورات ثنائية الأبعاد تناظر مكعبات ليجو Lego (اللوحة اليُمنى)، سيصبح من الممكن بناء تنوع ضخم من الهياكل أو التركيبات الطَبَقِيّة. من الناحية النظرية، يماثل هذا الليجو ذري المستوى تناضد (ترسيب طبقة فوق ركيزة كريستالية) الشعاع الجزيئي، لكنه يوظف قواعد "بناء" مختلفة، ومجموعة متميزة من المواد.

النظم البيئية

العَدّ التنازلي للانقراض

يحدث الانقراض الحقيقي عندما يموت آخر عضو من أحد الأنواع، لكن يمكن لنوع مزدهر ظاهريًّا أن يُبدي مؤشرات انقراض ـ أي يصبح منقرضًا وظيفيًّا ـ إذا أصبحت أعداده أندر مِنْ أنْ تقوم بدوره في النظام الإيكولوجي (البيئي)؛ مما يؤدي إلى انقراض أنواع أخرى تعتمد عليه، فمثلًا، يمكن أنْ تؤدي معدلات وفيات أعلى من المعتاد في نوع من الفرائس الوفيرة إلى انقراض حيوان مفترس يعتمد على وفرة تلك الفرائس. وقد أظهر بو إبنمان وزملاؤه في سلسلة من دراسات النماذج أن الأنواع بالنظام الإيكولوجي التي يرجح انقراضها أولًا ـ في 80% من الحالات ـ ليست هي التي يزداد معدل وفياتها، بل أحد الأنواع المرتبط بها في الشبكة الغذائية. وتدعم هذه النتائج حالة النهج الأكثر توجهًا نحو النظام البيئي ككل لدى تقرير المستويات المستهدف تحقيقها لتجمعات الأنواع في النظم الإيكولوجية المهدَّدة.

High frequency of functional extinctions in ecological networks
T Säterberg *et al*
doi:10.1038/nature12277

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

التقنيات المجهرية

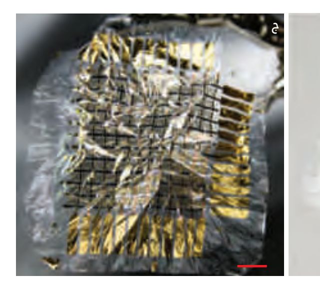
إلكترونيات لَدِنَة خفيفة جدًّا، ولا تنكسر

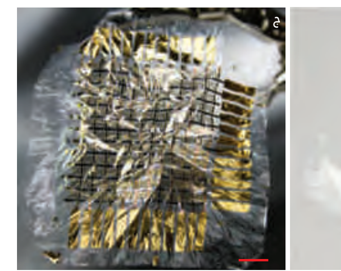
تظهر الإلكترونيات المرنة كتقنية سائدة للأجهزة الذكية المحمولة القابلة للارتداء، وكذلك للتطبيقات الطبية الحيوية. لقد شَقَّ كالتِن برنر وزملاؤه آفاقًا جديدة بتصنيع رقائق إلكترونية غير محسوسة، وغير قابلة للكسر افتراضيًّا، وخفيفة، يمكنها أن تتخذ أي شكل مرغوب. وتتكون تلك الشرائح من ترانزستورات عضوية مع بوابة أكسيديّة فائقة الكثافة، تعزل نفسها كهربائيًّا من خلال سُمْك يبلغ بضعة نانومترات، مترسب على أغشية لدنة (بلاستيكية) فائقة الخفة، بسُمْك كُلّي يبلغ ميكرومترين. ويمكنها أن تتحمل الثَّني والمَطّ بشكل حاد ومتكرر، وأنْ تتجعد كورقة، وأنْ تعمل في درجات حرارة مرتفعة وبيئات رطبة. وأظهر الباحثون أن الرقائق الإلكترونية المرنة يمكنها العمل كمستشعِر باللمس على نموذج للفك العلوي البشري، مما يوضح إمكانات تلك التقنية في الرعاية الصحية والمراقبة.

An ultra-lightweight design for imperceptible plastic electronics

M Kaltenbrunner *et al*

doi:10.1038/nature12314





الشكل أسفله | رقاقة إلكترونية فائقة الدقة. أ، رسم توضيحي لجهاز استشعار رقيق، نشط المصفوفة، واسع المساحة، بحساسية لمس (12×12) بكسل. **ب،** رقائق لدنة رقيقة جدًّا، إلكترونية فائقة الخفة (3 جرامات لكل متر مربع)؛ تهبط على الأرض أبطأ من ريشة؛ ولذلك.. فهي غير قابلة للانكسار. شريط المقياس، سنتيمتران. **ج،** تصبح أجهزتنا فائقة المرونة عندما يبلغ السُّمْك ميكرومترين فقط، ويمكن تجعيدها كورقة. شريط المقياس، ستيمتر واحد.

الفيزياء

سوليتونات في غاز فيرمي فائق الميوعة

تحدث السوليتونات Solitons ـ وهي موجات منفردة، تحتفظ بشكلها أثناء التقدم ـ في أنظمة غير خطية، تتفاوت من قنوات الماء السطحية حتى الحامض النووي، وتعمل كمِجَسّات رائعة في الوسط الذي تنتشر خلاله. كوّنَ الباحثون موجات سوليتون طويلة العمر في مائع فائق قوي التفاعل من ذرات الليثيوم الفيرميونيّة، ورصدوا حركتها بشكل مباشر. ومع ضبط التفاعلات، تزداد الكتلة الفعالة لموجات السوليتون بمعامل لا يقل عن 200 مرة، وهي قيمة تزيد بخمسين ضعفًا عن القيمة المتنبَّأ بها نظريًّا. وتُعدّ زيادة الكتلة المرصودة علامةً على تذبذبات كَمية قوية، وتوفر مرجعيّة مهمة لنظريات الديناميّات غير المتزنة والخاصة بالفيرميونات المتفاعلة بقوة.

Heavy solitons in a fermionic superfluid

T Yefsah *et al*

doi:10.1038/nature12338

الجينوميّات

جينوميات ميكروبات غير مستزرَعة

تتيح لنا تتابعات الجينوم المتاحة حاليًا رؤية ضيقة لتنوع الكائنات الحية الدقيقة اللافت، لأن غالبيتها العظمى لم تكن تُزرع في مُستنبت نَقِيّ. وهنا، استخدمت تانيا ڤويكه وزملاؤها الجينوميّات أحادية الخلايا؛ لاستهداف وفكّ تتابعات 201 من خلايا الجراثيم العتائق (الأركيا) والبكتيريا غير المستزرعة من تسعة مَواطن متنوعة. وتكشف هذه المعلومات علاقات عديدة داخل الشعبة، وفيما بين الشُّعَب، وعدد من السمات الأيضيّة غير المتوقعة. وحسب البيانات الجديدة، يقترح الباحثون تنقيحات تصنيفية في نطاقات العتائق والبكتيريا، ومن ضمنها مقترح لإعادة تنظيم جراثيم العتائق إلى ثلاث شعب فَوقِيّة.

Insights into the phylogeny and coding potential of microbial dark matter

C Rinke *et al*

doi:10.1038/nature12352

المناعة

الخلايا التائيّة ترتبط بالكفاءة الأيضيّة

تلعب الخلايا التائية التنظيمية Treg المعبِّرة عن FOXP3 ـ وهو بروتين منخرط في استجابات جهاز المناعة ـ دورًا محوريًّا في التَحَمُّل المناعي والاتزان الحيوي. وهنا أظهر هونجبو تشي وزملاؤه أن التخليق الحيوي للكولسترول المعتمد على بروتين mTORC1 (هدف مركَّب راباميسين1) مهم لوظيفة الخلايا التائية التنظيمية، ويعمل جزئيًّا عن طريق زيادة تنظيم جزيئات المُسْتَقْبِلين CTLA-4، وICOS. وتشير هذه النتيجة إلى صلة بين الإشارات المناعية، وحالة أيض الخلية.

mTORC1 couples immune signals and metabolic programming to establish Treg-cell function

H Zeng *et al*

doi:10.1038/nature12297

علوم المناخ

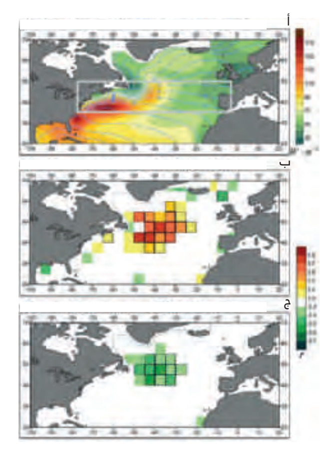
التأثيرات المناخيّة طويلة الأمد للمحيطات

في عام 1964، توقع عالِم الأرصاد الجوية النرويجي الأمريكي جاكوب بِيركنِس أن التفاعلات بين الغلاف الجوي والمحيطات سوف تكون لها تأثيرات متضادة، بحسب النطاق الزمني للتفاعل: ففي النطاقات السنوية، يتحكم الغلاف الجوي في درجة الحرارة السطحية للبحار، لكن في النطاقات الزمنية متعددة العقود، تكون المحيطات هي المحرك الرئيس لتقلبات الغلاف الجوي. تم قبول النقطة الأولى، واستُخدمت أعمال النماذج المناخية لدعم النقطة الأخرى، لكن حتى الآن لم يُقدَّم دليل رصدي حاسم لدعم تحكُّم المحيط في الغلاف الجوي. ومؤخرًا، جمع سيرجي جوليف وزملاؤه الأدلة الرَّصْديّة المتاحة؛ وأظهروا أنه ـ على الأقل بشمال الأطلسي ـ يحرك المحيط التقلبات في تدفق الحرارة السطحية، وذلك على مدى عدة عقود.

North Atlantic Ocean control on surface heat flux on multidecadal timescales

S Gulev

doi:10.1038/nature12268



الشكل أعلاه | نمط مكاني للترابط بين مؤشر تقلب الأطلسي متعدد العقود (AMV) في درجات حرارة سطح البحر (SST)، وشذوذ تدفق الحرارة السطحية المضطربة لمكونات قصيرة الأمد وطويلة الأمد. أ، ظواهر مناخية ملموسة في الفترة من 1880–2007 لدرجة حرارة سطح البحر (SST) (خطوط كونتور زرقاء) والاضطراب السطحي المحسوس، والتدفق الحراري الكامن (تظليل). التحليل المناخي لتدفق الحرارة السطحية على أساس تسلسلات (5^o) الزمنية. **ب، ج،** الترابط بين مؤشر تقلب الأطلسي (AMV) الخاص بدرجات حرارة سطح البحر (SST) والشذوذ المحلي للاضطراب السطحي المحسوس، والتدفق الحراري الكامن للمكوِّن العِقدي طويل الأمد (ب) والمكوِّن السنوي قصير الأمد (ج). يُحتسَب مؤشر تقلب الأطلسي متعدد العقود (AMV) الخاص بدرجات حرارة سطح البحر (SST) كمتوسط شذوذ درجات حرارة سطح البحر (SST) عبر نطاق خطوط العرض 35–50˚ شمالًا (صندوق رصاصي في أ). في ترابط ب و ج، تشير الصناديق السوداء إلى مستوى دلالة يبلغ 95%، تبعًا لاختبار الطور العشوائي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الفلك

حل مشكلة أعمار نيازك المريخ

تعود أصول القليل من النيازك التي تسقط على الأرض إلى المريخ. كان العمر الحقيقي لتلك العينات النادرة من سطح المريخ موضوعًا لسجال استمر عقودًا، ووصلت الفروق بين أعمارها إلى أربعة مليارات سنة. وحَسَمَ ديزموند موزر وزملاؤه تلك المشكلة باستخدام نهج جديد لتقدير عمر أحداث إطلاق النيازك عبر استقصاء نانوي المستوى لمناطق وهياكل نمو البلورات. وكشف تحليل الباحثين لمقاومة معادن الباديلايت المجهرية ومعادن نارية عديدة في نيزك مريخي (شمال غرب أفريقيا 52988) ـ تعرض لصدمة شديدة ـ عن أنه ناتج تبلري من النشاط البركاني المريخي في الأربعمائة مليون سنة الماضية. وقد أرَّخت تقديرات التكوين السابقة ـ البالغة أربعة مليارات سنة ـ بالفعل لبقايا توقيع لحدث انصهار بالوشاح الغابر الذي استُمِدّت منه الصهارة. وتؤكد تلك النتائج وجود وشاح غابر غير فوّار تحت قشرة بركانية مريخيّة أحدث عمرًا نسبيًّا.

Solving the Martian meteorite age conundrum using micro-baddeleyite and launch-generated zircon
D Moser *et al*
doi:10.1038/nature12341

الشكل أسفله | بيانات بنيوية مجهرية لحبيبات باديلايت المريخ تُظْهِر تقسيم النمو الناري، وحالة الارتطام، وإطار الزيركون غير المرتطم الناشئ عن الإطلاق. أ، صورة مجهرية إلكترونية ثانوية لحبيبات الباديلايت (baddeleyite) الدقيقة مكتملة الأوجه، بعد اجتثاث جزئي (أعلى اليسار) بواسطة مطياف الكتلة الأيوني الثانوي (SIMS). يلاحظ قوامه الحبيبي المجهري الناتج عن التحول الشكلي بسبب الارتطام. **ب،** صورة لمعان كاثودي، تكشف عن طوق من بقايا عناصر سطحية، وهو سمة مميزة للتبلر الناري، وإطار الزيركون (أرجواني ماجنتا) على جانب الحبيبات الأقرب للجَيْب المنصهر المُبرَّد. **ج،** خريطة عناصر زائفة الألوان، أساسها مطياف تَشَتُّتٍ لطاقة الأشعة السينية تظهر عناصر الباديلايت (ليلكي)، وإطار الزيركون (أحمر) والماسكيلينايت (أخضر). **د،** خريطة حيود الإلكترون المرتدة لتباين (شدة إشارة الحيود) (50 نانومترًا حجم الخطوة) تشير إلى حيود ضعيفة في كل الأطوار، بسبب الاصطدام، عدا بلورات إطار الزيركون غير المرتطم (أحمر) الذي نشأ أثناء الانطلاق من المريخ (يظهر الصندوق الصغير الملصق نمطًا تمثيليًّا لحيود إلكترون الزيركون).







الجينوميات

صورة جينية للقِرَدَة العليا المهدَّدة

في محاولة لتقديم تَبَصُّر أفضل بالاختلاف الجيني لدى القردة العليا، قام باحثون بفك التتابعات الجينومية لإجمالي 79 فردًا مولودًا في البرية، أو في الأَسْر. وشملت العَيِّنَة جميع أنواع القردة العليا الستة، وسبعة أنواع فرعية. وألقت بيانات الباحثين وتحليلاتهم الضوءَ على التركيبة السكانية، وتدفق الجينات، والاستيلاد الداخلي (التهجين الذاتي)، والديناميّات المستنتَجَة حول أحجام التجمعات السكانية الفعالة، والاختلافات في معدل فَقْد الجينات بين القردة العليا. ويوفر هذا الفهرس الجديد لتنوع جينوم القردة العليا مصدرًا قَيِّمًا لدراسات التطور، والحفاظ على الأنواع.

Great ape genetic diversity and population history
J Prado-Martinez *et al*
doi:10.1038/nature12228

استنبات الأعضاء

برعم الكبد المستحَثّ خطوةٌ لتجدُّد الأعضاء

في هذه الدراسة لإثبات صحة المفهوم، لَخَّصَ هايدكي تانيجوتشي وزملاؤه إعادة الترتيب الخلوي التي تحدث في الجنين خلال تطور برعم العضو ـ في هذه الحالة برعم الكبد ـ باستخدام نظام في المختبر، يتألف من خلايا جذعية بشرية مستحثة مُتَعَدِّدة القُدْرَات (iPS)، محددة بسُلالَة خَلَوِيَّة كبدية في مُسْتَنْبَت مختلط مع خلايا بِطانيَّة ولحميَّة بينية بشرية. وأدَّى استزراع براعم الكبد الناتجة إلى توليد أنسجة تكوين الأوعية وأنسجة وظيفية كبدية بشرية لدى فئران العَوَز المَناعِيّ. ويسلط هذا العمل الضوءَ على استنبات برعم العضو واستزراعه، كنهج جديد واعِد للعلاج التجددي لفشل الأعضاء.

Vascularized and functional human liver from an iPSC-derived organ bud transplant
T Takebe *et al*
doi:10.1038/nature12271

إنفلونزا الطيور

فحص معزولات فيروس H7N9

ظهر فيروس إنفلونزا الطيور H7N9 في التجمعات السكانية البشرية على بر الصين في فبراير 2013. وبحلول الأسبوع الأول من شهر يوليو، سجلت منظمة الصحة العالمية 133 حالة إصابة، منها 43 حالة وفاة. ترتبط معظم الحالات حتى الآن بأسواق الطيور الحية. وكانت دراستان نُشرتا مؤخرًا بدوريّة «نيتشر» قد تناولتا خصائص فيروس H7N9 في تقييد المستقبِلات. ووجدت الدراستان أن الفيروس اكتسب القدرة على تقييد مُستَقبِل حمض السياليك البشري المرتبط مع 2،3-a، لكن لا يزال يحتفظ بتفضيل التقيد بمستقبلات الطيور المرتبطة مع 2،3-، وهو عامل قد يحدّ من تطور الفيروس أكثر نحو الانتقال بكفاءة بين البشر. وقد حلّ ستيفن جامبلن وزملاؤه أيضًا البِنْيَة البلورية للجلوتنين الدموي H7 في مجمع مع نظائر مستقبلات، كاشفين تفاصيل كيفية نشوء خصائص تقييد المستقبلات البشرية. من ناحية أخرى، درس يويلونج شو وزملاؤه نمط عدوى الفيروس في أنسجة الرئة. ففي معزولات الرئة والقصبة الهوائية، يصيب الفيروس الخلايا الظهارية بالجهاز التنفسي السفلي، والنوع الثاني من الخَلايا الرئَوِيَّة في الحويصلات الرئَوِيَّة، وهو أقدر على التكرار في الجهاز التنفسي السفلي، مقارنةً بالقصبة الهوائية، كعامل محتمل في عدم كفاءة انتقال الفيروس من إنسان إلى آخر حتى الآن. وأورد الباحثون أيضًا أن فَرْط سيتوكين الدَّم في بعض المرضى ـ عاصفة السيتوكين التي تسهم في حدة المرض ـ تماثل تلك التي شوهدت في بعض التهابات H5N1.

Receptor binding by an H7N9 influenza virus from humans
X Xiong *et al*
doi:10.1038/nature12372

Biological features of novel avian influenza A (H7N9) virus
J Zhou *et al*
doi:10.1038/nature12379



غلاف عدد 1 أغسطس 2013
طالع نصوص الأبحاث فى عدد 1 أغسطس من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الخلية

خط تنافسي في الأنسجة الجنينيّة

التنافس الخلوي هو آلية توازن. وقد لُوحظ لأول مرة في ذبابة الفاكهة، حيث يتم فيها استئصال خلايا قابلة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

للحياة ـ لكنها دون المستوى الأمثل ـ من الأنسجة التَّوَالائيّة. ودور آلية التوازن البيولوجي ليس واضحًا، لكن هنا يُظْهِر ميجيل توريز وزملاؤه هذه الظاهرة لدى عملها في أنسجة الثدييات للمرة الأولى، ويقترحون لها وظيفة محتملة. استخدم الباحثون نهجًا وراثيًّا في الجسم الحي؛ لتوليد تعبير فُسَيْفِسَائي من بروتين Myc في الأدِيم الظَّاهِر للفئران، وهي أنسجة جنينية تحتوي على خلايا جذعية مستحثة متعددة القدرات، تولِّد بدورها الجنين بأكمله. وأظهر الباحثون أن التنافس الخلوي يجري تعزيزه باختلاف في جرعة بروتين Myc بين الخلايا المتجاورة، وأظهروا استئصال خلايا منخفضة المستويات النسبية من c-myc من خلال موت الخلايا المبرمج. وتقترح هذه النتائج دورًا للتنافس الخلوي في الاستفادة المثلى من تجمع الخلايا الجذعية للأدِيم الظَّاهِر.

Myc-driven endogenous cell competition in the early mammalian embryo

C Claverľa *et al*

doi:10.1038/nature12389

مرض الزهايمر

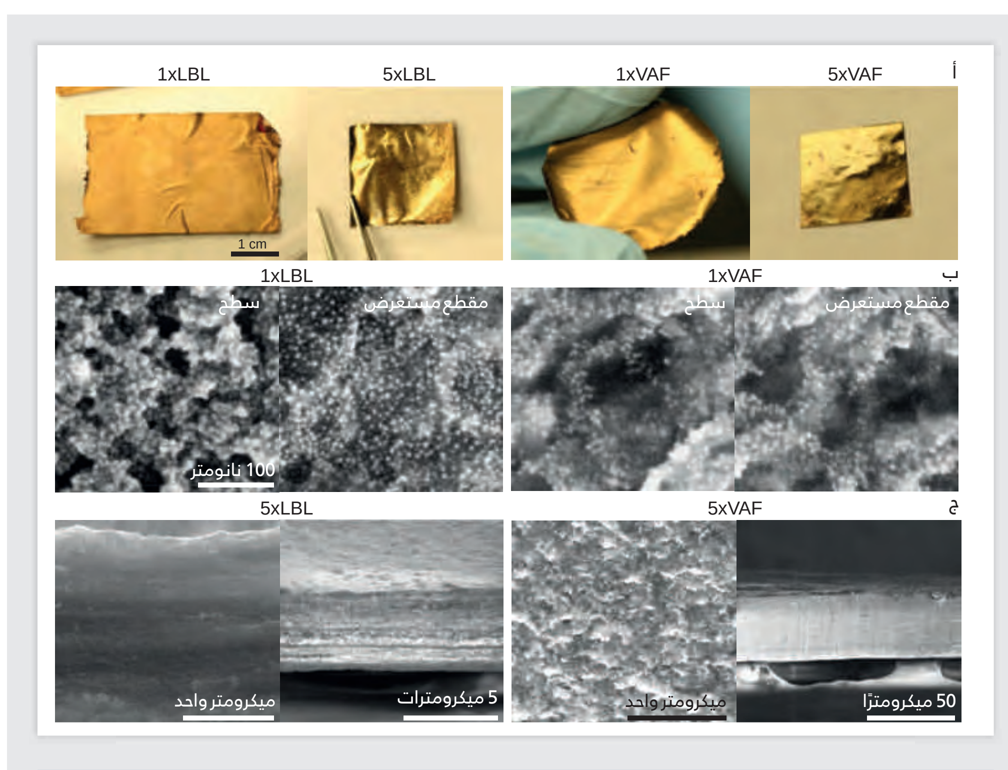
نشوء مرض الزهايمر متأخِّر البدايـة

يمكن أن يكون الحاملون لجين متناظِر يُسمَّى أليل صميم البروتين الشحمي APOE لجين (APOE4) أكثر عرضةً لنشوء مرض الزهايمر متأخِّر البداية بعشر مرات، مقارنةً بأولئك الذين يحملون المتغايرات الأخرى منه، وقد يكونون عرضةً لبداية نشوء المرض مبكرًا. وقد حلَّل آسا أبيليوفيتش وزملاؤه كل التعبير الجيني بقشرة الدماغ لترانسكريبتوم الحاملين لأليل صميم البروتين الشحمي (APOE4)، غير المتأثرين (مرضيًّا)، ولَدَى مرضى الزهايمر متأخِّر البداية؛ فوجدوا أن أنماط التعبير الجيني في الحاملين تتحول بمرور الوقت نحو الأنماط التي ظهرت لدى مرضى الزهايمر. استخدم الباحثون تحليلًا تمييزيًّا لشبكة ارتباطات التعبير المشترك؛ لتحديد الجينات المقترحة لعقدة التنظيم الرئيسة التي تتوسّط تأثير APOE4 في ترانسكريبتوم الدماغ. وهناك كثيرٌ من أبرز الجينات المقترحة معروفٌ سابقًا، أو هي منظِّمات جديدة لمعالجة وانتقال بروتين سَلف الأميلويد، يشمل APBA2، و FYN، وRNF219، وSV2A. كذلك، المتغيرات الجينية الشائعة لكل من FYN وRNF219 تتنبأ بالعمر عند بداية المرض بطريقة تعتمد على APOE4. وأخيرًا، ظهر أن مثبط SV2A المضاد للصرع «لفتيراستام» levetiracetam يكبح معالجة APP في الخلايا المستزرعة من حاملي APOE4، وهو تفاعل يستحق مزيدًا من الدراسة.

Integrative genomics identifies APOE Ɛ4 effectors in Alzheimer's disease

H Rhinn *et al*

doi:10.1038/nature12415



علوم المواد

موصِّلات جسيميّة نانويّة قابلة للمَدّ

يتطلب استزراع الإلكترونيات المرنة والرقع العصبية ومحفِّزات القلب، والروبوتات اللينة، وشاشات العرض المتمدِّدة قَدْرًا مرتفعًا من القابلية للمَدّ والتوصيل العالي، وهما خاصِّيَّتان يصعب الجمع بينها. وتشير هذه الدراسة إلى مركبات جسيمات نانوية من عديد اليوريثان/ الذهب التي تجمع التوصيل العالي، وقابلية المَدّ. تستخدم الموصِّلات التقليدية القابلة للمَدّ ـ بشكل عام ـ أنابيب نانوية، أو أسلاك نانوية بنسب مرتفعة، كمكوِّنات موصِّلة، لكن تلك المواد الجديدة تحقق أداءً جيدًا، رغم انخفاض نسب الجسيمات النانوية بها. تُشتَق خصائص المركبات من التنظيم الذاتي الديناميكي تحت الإجهاد، وتمتلك ميزة إضافية، تتمثل في خواص لزجة مرنة قابلة للضبط إلكترونيًّا.

Stretchable nanoparticle conductors with self-organized conductive pathways

Y Kim *et al*

doi:10.1038/nature12401

الشكل أعلاه | تحضير مركبات من جسيمات البولي يُوريثان النانوية. أ، صور فوتوغرافية لطبقة رقيقة قائمة بذاتها PU/)500 NP)، كوْمة LBL×5 مدمجة، صُنعت الطبقة الرقيقة القائمة بذاتها بتقنية التلبد بمساعدة الفراغ (VAF)، وكوْمة VAF×5 مُدمجة. **ب،** صور مجهر إلكترون المسح (SEM) لـ LBL×1 وVAF×1. **ج،** صور مقطعية ملتقطة من خلال مجهر إلكترون المسح لـ LBL×5 وVAF×5.

الكيمياء الحيوية البنيوية

البِنَى البكتيرية المصدِّرَة لعدة عقاقير

مثبطات الناقلات البكتيرية لتدفق العقاقير المتعددة ضروريةٌ لمكافحة مقاومة البكتيريا للعقاقير المتعددة، لكن حاليًا لا تتوافر مثبطات مفيدة إكلينيكيًّا. وييسر ناقل تدفق العقاقير المتعددة AcrB ونظراؤه مقاومة عقاقير متعددة بواسطة مسبِّبات الأمراض سالبة الجرام. وفي هذه الدراسة، وصف أكيهيتو ياماجوتشي وزملاؤه أول بِنَى كريستالية بالأشعة السينية لناقل تدفق العقاقير المتعددة (المقيد للمثبط) AcrB ونظيره MexB. يتقيد المثبط، المشتق من البيريدُوبيريميدين pyridopyrimidine، في حُفرة كارهة للماء، ويثبط الدوران الوظيفي لمونومرات AcrB/MexB. قد تسهل هذه البِنَى المقيَّدة بالمثبط تطوير مثبطات جديدة من هذه العائلة من ناقلات تدفق العقاقير المتعددة، التي يمكن استخدامها مع المضادات الحيوية الموجودة؛ للمساعدة في جعلها أكثر فعالية.

Structural basis for the inhibition of bacterial multidrug exporters

R Nakashima *et al*

doi:10.1038/nature12300

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة

أزواج قواعد مفاجئة تخدع الريبوسوم

عندما تتم ترجمة الحمض النووي الريبي المرسال (mRNA) إلى بروتين، حُدِّدَت نهاية التتابع المُرَمِّز للبروتين بـ(كودون) وقف ثلاثي القواعد النيتروجينيّة. وكودونات الوقف لا تُرَمِّز لحمض أميني، لكن ظهر مؤخرًا أن تغيير القاعدة الأولى إلى يوريدين زائف (Ψ)، أيزومر جليكوسايد–سي من نيوكليوسايديوريدين) يتيح إدماج حمض أميني، بحيث إن الترجمة يمكن أن تستمر بعد كودون التوقف. وحدَّد ڤينكي راماكريشنان وزملاؤه بِنْيَة الوحدة الفرعية الريبوسومية 30S في مجمع مع الحمض النووي الريبي المرسال مع ΨAG في موقع A، وجزء من الحمض النووي الريبي الناقل للسيرين. وتكشف البِنْيَة اقترانًا غير متوقَّع لقواعد بيورين–بيورين في الموقع الأول من الكودون، واقترانًا غير عادي في الموقعين الثاني والثالث. وتقدِّم هذه الدراسة أدلّةً إضافية على لُدُونَة مركز فك الترميز في الريبوسوم.

Unusual base pairing during the decoding of a stop codon by the ribosome

I Fernández *et al*

doi:10.1038/nature12302

تقنية النانو

ترمومتر نانوي للخلايا

يتيح ترمومتر نانوي الحجم ـ يمكنه قياس درجات الحرارة بوضوح ودقة عالية، والاندماج بالخلايا الحية ـ أداةً قوية جديدة لنطاقات عديدة من الأبحاث البيولوجية والطبية. وتصف هذه الدراسة مِسبارًا جديدًا لقياس درجات الحرارة على المستوى النانوي بما يحقق ذلك تمامًا. يستخدم الجهاز معالجةً كمية لمراكز ألوان الفراغ النيتروجيني في بلورات الماس النانوية. وهذه بدورها تؤوي الحركة المغزلية لإلكترون مفرد، ولها خواص وميض محددة، تعتمد بشكل حساس على درجة الحرارة المحلية. وأظهر المؤلفون إمكانية قياس تلك الخواص بدقة مكانية تبلغ 200 نانومتر. وبإدخال كلٍّ من الماسات النانوية وجسيمات نانوية من الذهب إلى خلية لِيفِيّة جنينية بشرية مفردة، أظهر الباحثون تحكُّمًا في تدرج الحرارة، وتعيين المستويات تحت الخلوية.

Nanometre-scale thermometry in a living cell

G Kucsko *et al*

doi:10.1038/nature12373

علوم الأرض

حركة الصهارة قبل الاندلاع

يعرض فيليب روبريشت، وتيري بلانك نموذجًا لتوزيع النيكل ببلورات الزبرجد الزيتوني الأوليَّة؛ لإظهار كيف أنّ إعادة شحن الوشاح لغرف الصهارة ـ وهي خزانات تحت الأرض، حيث تحل الصهارة في طريقها من الوشاح العلوي إلى سطح الأرض ـ قد تحدث في مستويات زمنية قصيرة بقدر زمن الاندلاعات البركانية ذاتها. وفي مثال من بركان إيرازو، وهو البركان الأنشط بكوستاريكا، تصعد الصهارة ـ كما يبدو ـ من مصدرها بالوشاح عبر حوالي 35 كيلومترًا من القشرة الصخرية في فترة تتراوح بين شهور وأعوام. وعادةً ما يتم رصد علامات الاضطراب البركاني على السطح أو القشرة العلوية، بينما تشير هذه الدراسة إلى جدوى تتبُّع حركة الصهارة ـ المؤدية إلى اندلاع بركاني ـ من قاعدة القشرة إلى السطح.

Feeding andesitic eruptions with a high-speed connection from the mantle

P Ruprecht *et al*

doi:10.1038/nature12342

علم الأعصاب

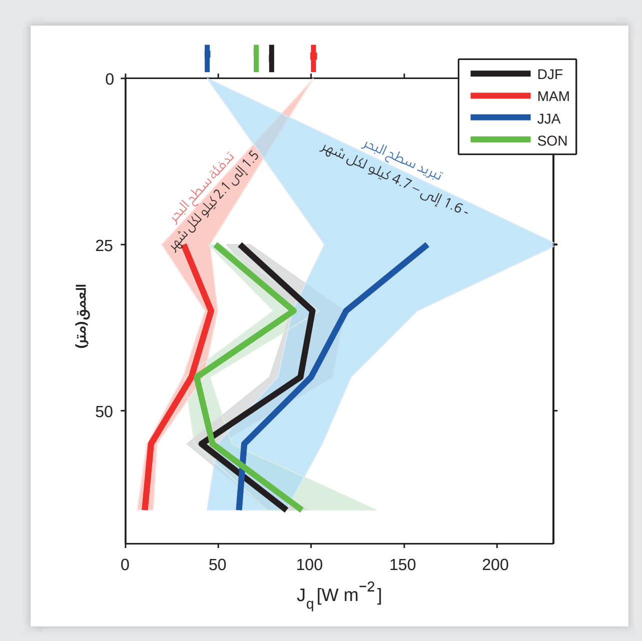
تغيير الحركة مستمَدّ من عصبونات V0

ينطوي التحرُّك على تنشيط منسق ومتتابع لعصبونات وعضلات على جانبي الجسم. وقد حدَّد أوليه كين وزملاؤه مجموعة من عصبونات العمود الفقري المُعَرَّفة نسخيًّا، هي عصبونات V0 المشتقة من نطاق السَّلَف p0 من الحبل الشوكي البطني، باعتبارها مسؤولة عن السيطرة على تناوب الأطراف اليسرى واليمنى بحركة الفأر. وكلٌّ من عصبونات V0 الاستثارية والمثبطة، واستئصال مجموعات فردية منها يؤدي إلى إضعاف التناوب انتقائيًّا عند سرعات حركة مختلفة.

Dual-mode operation of neuronal networks involved in left–right alternation

A Talpalar *et al*

doi:10.1038/nature12286



علم المناخ

دورات موسميّة بالمحيط الهادئ الاستوائي

في معظم مناطق المحيط غير الاستوائية، تهيمن تغيُّرات الإشعاع الشمسي الموسميّة على الدورة الموسميّة للمحيط. وهناك دورة موسمية قوية لدرجة حرارة سطح البحر في المناطق المدارية، رغم ثبات مدخلات الإشعاع الشمسي نسبيًّا. وقد قدَّم جيمس موم وزملاؤه ملاحظات امتدت عدة سنوات، تُظْهِر أن الاختلاط المضطرب من أسفل يمثل جزءًا كبيرًا من نطاق الدورة الموسمية لدرجة حرارة سطح المحيط بمنطقة اللسان البارد بالمحيط الهادئ الاستوائي عند 140° W. وينبغي أن تُسْهِم هذه النتائج في تحسين فهم دورة إلنينيو/ التذبذب الجنوبي، وفي زيادة دقّة كثير من نماذج مناخ المحيط–الغلاف الجوي.

Seasonal sea surface cooling in the equatorial Pacific cold tongue controlled by ocean mixing

J Moum *et al*

doi:10.1038/nature12363

الشكل أعلاه | مقاطع رأسية موسمية متوسطة لـتدفق حرارة الاضطراب. المنحنيات المعروضة تعود لمواسم (فصول) ديسمبر–فبراير (DJF)، مارس – مايو (MAM)، يونيو–أغسطس (JJA)، سبتمبر–نوفمبر (SON). يشير فيض الحرارة الموجب إلى التسخين من أعلى. يوضح التظليل 95% من حدود الثقة التمهيدية على متوسطات، أساسها معدلات 15 دقيقة. عُرِضَت قِيَم I_h-J^0_q بوحدات W m^{-2} (لكل متر مربع) كأشرطة عمودية.

الوراثة الجزيئية

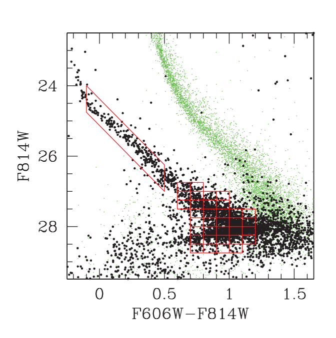
الذاكرة غير الجينيّة، وتعدُّد القدرات

درس تود إيفانز وزملاؤه ما إذا كان إنزيم سايتيدين دي–أمينيز (AID) المستحَث بالتنشيط ينظم الذاكرة اللاجينية أثناء إعادة برمجة الخلايا الجسدية كخلايا جذعية مستحثة مُتَعَدِّدة القُدْرَات (iPS)، أم لا. وباستخدام الخلايا الليفيّة المحورة لتكون منقوصة هذا الإنزيم، لاحظ الباحثون أن الخلايا المحورة كانت مفرطة الاستجابة بشكل عابر لعملية إعادة البرمجة. وبرغم أنها تستفتح التعبير عن جينات تعدد القدرات، فإن الخلايا التي تفتقد هذا الإنزيم

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تفشل في تحقيق استقرار حالّة تعدد القُدْرَات. ويرى الباحثون أن هذا الإنزيم ينظم هذه الخطوة المتأخرة؛ لتحقيق استقرار تعدُّد القدرات بإزالة ذاكرة غير جينية؛ لتعزيز التعبير عن جينات شبكة تعدد القدرات الثانوية.

AID stabilizes stem-cell phenotype by removing epigenetic memory of pluripotency genes
R Kumar *et al*
doi:10.1038/nature12299



علوم الكون

أعمار العناقيد الكرويّة بالمَجَرَّة

تطبِّق هذه الدراسة تقنيةً لقياس أعمار العناقيد الكرويّة، بناءً على نموذج تبريد قزم أبيض، وهي تقنية تحِدّ من الشكوك المصاحبة للمعدنية (أي وفرة العناصر الأثقل من الهيليوم). يحدِّد براد هانسن وزملاؤه عمرًا مطلقًا يقدَّر بحوالي 9.9±0.7 مليار سنة للعنقود الكروي (47 Tucanae) الغني بالمعادن، وهو عمر يقل بحوالي مليارَي سنة عما تم استخلاصه للعنقود (NGC 6397) الفقير في المعادن من النماذج نفسها. وهذا يدعم الفكرة القائلة بوجود فرق في العمر ـ قابل للقياس ـ بين العناقيد الكروية الفقيرة في المعادن، والأخرى الغنية بها في مجرة درب التّبانة، وأن فروق الأعمار بين هذه العناقيد يمكن أن تشير إلى التسلسل الذي تشكلت به مكونات المجرّة.

An age difference of two billion years between a metal-rich and a metal-poor globular cluster
B Hansen *et al*
doi:10.1038/nature12334

الشكل أعلاه | تسلسل 47 توكناي لتبريد القزم الأبيض. النقاط السوداء الممتلئة هي الأقزام البيضاء المنتقاة قياسية الحركة من 47 توكناي، والنقاط الخضراء الصغيرة هي تلك الأجرام الواقعة خارج نطاق الحركة القياسية. القِيَم الأكثر بريقا (ألوان أشد احمرارًا) أعضاء التسلسل الرئيس لسحابة ماجلان الصغيرة، بينما المقادير الأكثر خفوتًا (ألوان أشد زُرقة) هي لمجرات الخلفية (الأحمر إلى اليمين، الأزرق إلى اليسار). تُظْهِر الشبكة المبينة باللون الأحمر توزيع الخانات المستخدم لملاحظات تعدادات مونت كارلو.

البيولوجيا الجزيئية

عامل الإطلاق، ومَنْعه اختلال طيّ البروتين

تمنع المرافقات الجزيئية التجميعَ بين سلاسل البروتين الناشئة، لكن لا يمكن اختبار ما إذا كانت تساعد أيضًا على طَيّ السلسلة المفردة باستخدام أساليب الكيمياء الحيوية العامة، أم لا. والآن، وباستخدام ملاقط ليزر لسحب أطراف جزيئات البروتين المفرد المُقيِّد للمالتوز (MBP)، أثبت ساندر تانز وزملاؤه أن المُرافِق البكتيري المعروف بعامل الإطلاق يحفظ استقرار طَيّ المواد الوسيطة التي تتحول في نهاية المطاف إلى الحالة الأصلية. وتشير النتائج إلى أن المُرافِقات تؤدي دورًا مباشرًا في توجيه طَيّ الترجمة المساعِدة.

Reshaping of the conformational search of a protein by the chaperone trigger factor
A Mashaghi *et al*
doi:10.1038/nature12293

السرطان

تورُّط بروتين الانْدِماج في سرطان الدم

بروتين الانْدِماج AML1-ETO هو الانتقال الكروموسومي الأكثر شيوعًا في سرطان الدم النخاعي الحادّ (AML). وفيه، يندمج النطاق المقيِّد للحمض النووي في عامل النسخ المنتج للدم AML1 مع أربعة نطاقات محفوظة (NHR1-4) من بروتين ETO، والبروتين المركب الناتج مُتورِّط في كل من كبح الجينات وتنشيطها. وهنا، تم تحليل مختلف البروتينات التي تتفاعل مع AML1-ETO داخلي المنشأ في خلايا اللوكيميا أو ابْيِضاض الدَم، وظهر أن وسيطًا بينيًّا مُقيِّدًا للبروتين ـ تم تحديده مؤخرًا ـ له أهمية في تسرطن (ابيضاض) الدم.

A stable transcription factor complex nucleated by oligomeric AML1–ETO controls leukaemogenesis
X Sun *et al*
doi:10.1038/nature12287

البيولوجيا الجزيئية

التحكم في قُدرات تجدُّد ديدان المستورقات

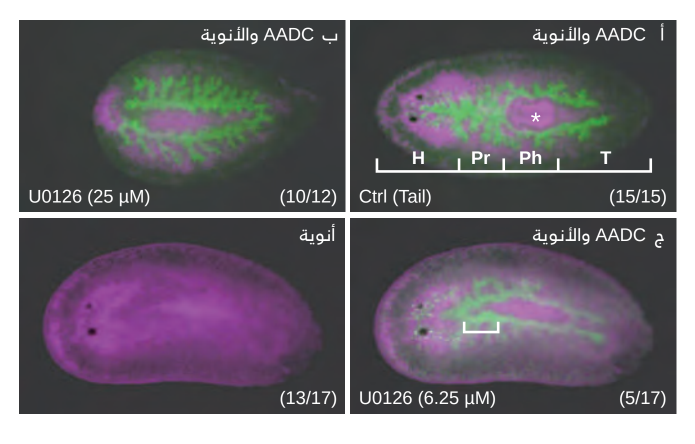
المُسْتَورِقّات ديدان مفلطحة منتشرة بمجاري المياه والبِرَك، وتشتهر بقدرة خارقة على تجديد أنسجتها. وهناك مستورقات معروفة بأنها محدودة القدرة على التجدد. ومؤخرًا، نُشرت ثلاث دراسات بدوريّة «نيتشر» حول مستورقات تختلف قدراتها على التجدد، وحول تحديد مسار الإشارات الجزيئية Wnt/بيتا–كاتينين، وهو مهم في التطور الجنيني وتوازن الكائنات الناضجة متعددة الخلايا، بوصفه عنصرًا محوريًّا لآلية التجدد. وقد حدَّد يوشيهيكو أوميسونو وزملاؤه إشارات ERK وبيتا–كاتينين كأساس لتدرج التخلق بامتداد المحور الأمامي الخلفي المطلوب للتجدد. وأظهر هؤلاء الباحثون أيضًا أن تثبيط بيتا–كاتينين يمكن أن ينقذ تجدد الرأس في مُسْتَورِقّة *Phagocata Kawakatsu*، وهي بخلاف ذلك لا تستطيع تجديد الرؤوس من القِطَع الخلفية. وفي مستورقة *Procotyla fluviatilis*، ذات القدرة المحدودة على تعويض الأنسجة المفقودة، أظهر جيمس سايكس، وفيليب نيومارك أن إشارات Wnt تُنظَّم بشكل شاذّ في الأنسجة ناقصة التجدد. ويؤدي خفض تنظيم إشارات Wnt بهذه المناطق إلى استرداد قدرات التجدد، بما فيها تشكيل أرومة التجديد، وحتى الرؤوس الجديدة. وأظهر جوكن رينك وزملاؤه أنه في دودة *Dendrocoelum lacteum* ضعيفة التجدد، يؤدي حذف مكونات بمسار إشارات Wnt إلى استحداث قدرة على تجديد أنسجة مفقودة.

The molecular logic for planarian regeneration along the anterior–posterior axis
Y Umesono *et al*
doi:10.1038/nature12359

Restoration of anterior regeneration in a planarian with limited regenerative ability
J Sikes *et al*
doi:10.1038/nature12403

Reactivating head regrowth in a regeneration-deficient planarian species
S Liu *et al*
doi:10.1038/nature12414

الشكل أسفله | تأثيرات تثبيط ERK دوائيًّا على التنميط الأمامي-الخلفي أثناء التجدد. أ، جزء من ذيل للضبط والمقارنة في 15 (15/Re-7d). **ب**، المعالجة بجرعة 25 ملّي مول U0126 منعت التجدد بمناطق H، وPr، وPh عند Re-7d، لكنها أتاحت للمتجدد الاحتفاظ باثنين من الفروع الخلفية الأصلية للأمعاء (12/10)، كما يعاير بواسطة الصباغة بالأجسام المضادة لمضاد-AADC (أخضر)، وسبب فشل تجدد البلعوم (صبغة هويشت 33342 (أرجواني) (12/12)). **ج**، المعالجة بجرعة 6.25 ملّي مول U0126 سببت تجدد فرعين للقناة الهضمية للمتجدد بمنطقة Pr الافتراضية (17/5؛ قوس، يسار)، لكنها تركت تجديد الرأس طبيعيًّا عند 100% Re-7d من الحيوانات، n=17. سببت هذه المعالجة أيضا فشل تجدد البلعوم (17/13، يمين). تم إظهار الدماغ في المنطقة H والبلعوم (النجمة * في أ) بالصباغة بصبغة هويشت 33342 (أرجواني). **د**، مستويات التعبير الجيني النسبية عند Re-3d، على النحو الذي يحدده تفاعل سلسلة البوليميرات-qRT. تم تقسيم المتجددات إلى أرباع على طول المحور الأمامي-الخلفي (AP) وتم عزل الحمض النووي الريبي الكلي من كل ربع. تظهر الأشرطة المتوسط ± الإنْحِرَاف المعياري لمكرارات اختبارات qRT–PCR (n=3) لعينات الحمض النووي الريبي المجمعة من كل ربع من 12 حيوانًا (اختبار-t للطالب **P<0.01، *P<0.05).



مهن علمية

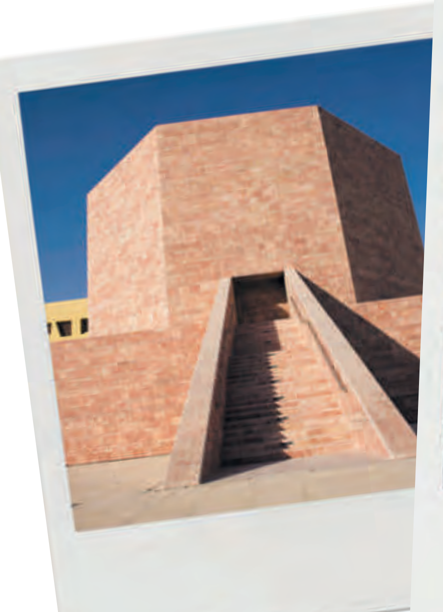
التقنية الحيوية العلماء المُستَعِدُّون للمخاطرة يُنْشِئون عمليات بحثية فردية في مختبرات مستأجَرة ص. 83

التـعلُّم الرقـمي كيف تُصَمِّم محاضرات إلكترونية عبر الإنترنت ص. 85

وظائـف نيـتشـر لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية تابع: www.naturejobs.com







مؤسسات الأبحاث في المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة وقطر تتيح فرصًا للباحثين الأجانب.

L TO R: OMAR SALEM/AFP/GETTY; JONATHAN GAINER/ARABIANEYE/CORBIS; CARLOS CAZALIS/CORBIS

الانتقال

الوعد الشرق أوسطي

تقدِّم المعاهد البحثية بالمملكة العربية السعودية والإمارات وقطر فُرَصًا لإلحاق الباحثين الأجانب بها.

كورين شيرماير

عندما قال دييجو كوادروس لزملائه العلماء إنه بصدد الانتقال إلى العيش في قطر، نظروا إليه بذهول. وسألوه عمّا يمكن أن يجنيه من إجراء أبحاثه في بلد عربي صغير كهذا، فاحش الثراء بالنفط والغاز، فقير من الناحية العلمية؟ ماذا لو انفصم تمامًا عن الجهود العلمية المتضافرة وشبكات الزملاء والخبرات العلمية التي يمكن أن تيسِّر عليه نجاحه العلمي؟

كان كوادروس ـ عالِم الأوبئة المولود في كولومبيا، الذي كان بصدد إنهاء درجة الدكتوراة بجامعة كنتاكي في مدينة ليكسينتون ـ يَعْلَم تمام العلم ما هو مُقْدِم عليه. فقد صادف أبحاث ليث أبو رداد، الباحث في مجال الصحة العامة بكلية طب جامعة ويل كورنيل في قطر (WCMC-Q) ـ وهو الفرع القطري بالدوحة لكلية طب جامعة ويل كورنيل في نيويورك ـ وصار مهتمًّا بسائر أبحاث أبو رداد عن السكري، وغيره من الأمراض. وقد عرف أيضًا أن فُرَصَه في الحصول على تمويل في الولايات المتحدة الأمريكية بعد حصوله على درجة الدكتوراة شبه معدومة. ففي عام 2010، استفسر عن فرص الدراسة لما بعد الدكتوراة بكلية طب جامعة ويل كورنيل في قطر، فدعاه أبو رداد إلى فترة تدريبية لمدة شهرين خلال فصل الصيف. أُعْجِبَ كوادروس بما رآه خلال زيارته الوجيزة إلى قطر، وعندما عرض عليه أبو رداد لاحقًا منصبًا لدارسي ما بعد الدكتوراة، حزم كوادروس أمتعته؛ وعاد إلى الشرق الأوسط.

بعد 19 شهرًا، أبدى كوادروس سعادته بالخطوة التي أقدم عليها. يقول كوادروس مبينًا أن الإمارة تقدِّم له موارد كثيرة للأبحاث، والسفر، وشراء الأجهزة، والإقامة: «أحصل على كل الدعم الذي أتمناه، ويمكنني التركيز على مشروع الملاريا بنسبة 100%». ولأول مرة خلال مشواره العملي، يدير كوادروس أموال مشروعه البحثي بمنحة لثلاثة أعوام، قدرها 100000 دولار أمريكي، من برنامج «خبرات أبحاث صغار العلماء» التابع لصندوق الأبحاث الوطني القطري. ويرجع الفضل في بدل السفر المقدَّم من أبو رداد والجامعة في أن كوادروس يستطيع السفر بشكل منتظم لحضور مؤتمرات علمية في آسيا، وأوروبا، وأمريكا الشمالية. ولا يشعر كوادروس بالعزلة في الدوحة.. فالمدينة التعليمية للعاصمة القطرية ـ التي تُعَدّ مجمعًا علميًّا وتكنولوجيًّا ضخمًا، تم تدشينه في عام 1998 بدعم من الحكومة ـ تستضيف فروعًا للعديد من الجامعات الأمريكية والبريطانية، بما في ذلك جامعة تكساس إيه آند إم، وجامعة كارنيجي ميلون، وجامعة كوليدج لندن. يقول كوادروس: «أشعرُ أنني أتمتع بعلاقات أفضل مما كنتُ عليه في الولايات المتحدة الأمريكية».

المعرفة قوة

ليست قطر المركز العلمي الطموح فحسب في شبه الجزيرة العربية.. فبعد أنْ أدركتْ المملكة العربية السعودية والإمارات العربية المتحدة أنّ منابع نفطهما ستنضب، إنْ عاجلًا، أم آجلًا، وأنّ الاقتصاد المعرفي قد يكون هو مفتاح للرخاء المستقبلي، بَذَلَتا جهودًا حثيثة وطموحة؛ كي تنالا التقدير والعرفان العلمي الدولي والتعليمي العالي.. فـ«جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية» KAUST السعودية، التي تُدَرَّس فيها المواد باللغة الإنجليزية، والواقعة في مركز ثول، والتي خَرَّجَتْ أول دفعة من حملة درجة الدكتوراة في ديسمبر ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الماضي، تفخر بأنّ لديها عددًا كبيرًا من أبرز الباحثين الغربيين ضمن هيئتها التدريسية. وتستقطب «جامعة نيويورك أبوظبي» NYUAD طلبة العلوم من شتى أرجاء العالم لبرامجها التعليمية لطلاب الجامعات (ليس لدى الجامعة برامج لطلاب الماجستير أو لشهادة الدكتوراة بعد)، بينما تقدِّم جامعة باريس-السوربون أبوظبي برامج في العلوم الإنسانية والعلوم الاجتماعية.

وقد شهد العقد المنصرم بزوغ نجم عدة جامعات معنيّة بالعلوم المستقبلية، تم تجهيزها بالكامل بالمعامل، ودعمها بفرص التمويل المجزية (تنفق قطر حوالي 2.8% من إجمالي ناتجها المحلي ـ أو مليار دولار أمريكي تقريبًا ـ على الأبحاث والتعليم العالي كل سنة، وتمتلك جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية منحةً قدرها 10 مليار دولار أمريكي)، وأجور مجزية تضارع الأجور في الولايات المتحدة الأمريكية. وعادةً ما يأتي الدعم المالي مباشرة من المؤسسات، مما يعني أن الباحثين لا يَكِدُّون في البحث عن منح خارجية.

تحفل منطقة الشرق الأوسط بمشاركات، الهدف منها استقطاب الخبرات والبِنَى التحتية من دول أخرى. حيث يتعاون «معهد مَصْدَر للعلوم والتكنولوجيا» في أبو ظبي مع معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج في أبحاث الطاقة والاستدامة والوقود الحيوي لأغراض الطيران. وقد بدأ كوروش صالحي-أشتياني، عالِم بيولوجيا الأنظمة سابقًا بكلية طب هارفارد في بوسطن، ماساتشوستس، أبحاثه هناك في مجال أيض الطحالب بمنحة من قسم الطاقة الأمريكي. ويعمل أشتياني حاليًا بجامعة نيويورك أبو ظبي، ويتعاون مع أشخاص في جامعة فيرجينيا بمدينة تشارلوتسفيل.

ما زال لدى المؤسسات الكثير لتتداركه فيما يتعلق بالتوظيف والتأليف بين الخبرات. حيث تخطِّط جامعة نيويورك أبو ظبي إلى توسعة برامجها في مجالي العلوم والرياضيات بقدر كبير، وتعيين أعضاء هيئة تدريس في العام التالي، بعد أن تنتقل إلى حرمٍ أكبر بكثير على جزيرة السعديّات. ومنذ يناير الماضي، استقطبت جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية علماء في مجالي العلوم الحيوي وعلوم المواد.



«أشعر بأنني أتمتع بعلاقات أفضل مما كنتُ عليه في الولايات المتحدة الأمريكية».
دييجو كوادروس

يمكن أن تكون الخبرة العلمية في منطقة الخليج العربي إضافةً قيِّمة للسيرة الذاتية لعلماء الغرب، حيث توحي بالمرونة الشخصية، والانفتاح الفكري، والاستعداد للمخاطرة بدرجة محددة. ويجب على كل مَنْ يفكرون في هذه النقلة أن يتذكروا أن البيئة العلمية ما زالت جديدة، على حد قول خالد ماتشاكا، مساعد العميد للأبحاث بكلية طب جامعة ويل كورنيل في قطر. وبالرغم من توافر فرص التمويل والترحيب بالمواهب الجديدة، سيحتاج الباحثون الأجانب إلى التحلِّي بالصبر حيال البِنْيَة التحتيّة التي لم تكتمل بعد. وعندما وصل صالحي-أشتياني إلى جامعة نيويورك أبو ظبي في فبراير 2011، اكتشف أن معمله لم يكن يحتوي على شيء، خلا بضعة مقاعد خالية. يقول أشتياني إن الأمر استغرق عدة أسابيع للتعرف على المورِّدين المحليين لأهم أدواته وأجهزته التي يحتاج إليها بشكل عاجل، بدءًا من مُنَظِّمات التتابع عالية الإنتاج، وانتهاءً بالمفاعلات الحيوية للصور والمصفوفات الدقيقة.

يقول ماتشاكا: «لا تتوقع أن تجد كل ما اعتدتَ عليه». وبالرغم مما تتمتع به مدينة الدوحة، ومدينة أبو ظبي من رفاهية وسِحْر إقليمي، إلا أنهما لا تقدمان الكثير فيما يتعلق بالحياة الليلية، من حفلات موسيقية، ونوادٍ ليلية، وحانات فاخرة. والمؤسسات المحلية حديثة جدًا، وغير مثبتة، لدرجة أنها لا تقارن بسمعة وتقاليد جامعة أكسفورد، أو هارفارد. ويتابع ماتشاكا حديثه قائلًا: «إذا كنتَ تبحث عن بيئة أبحاث مماثلة لتلك التي خلفتها وراءك، فاعلمْ أنّ منطقة الخليج ليست بغيتك. أما لو كنتَ تميل إلى المغامرة، وتبحث عن كل ما هو جديد ومثير، فاعلم أنها المكان المثالي لك». فالمشاكل المؤرِّقة ليست غريبة في حرم جامعي عمره عشر سنوات، وحديث العهد بعالَم العلوم، لكنّ البيروقراطيين الحكوميين ومسؤولي الأبحاث يكتسبون تدريجيًّا خبرة أكبر، ويزدادون فعالية، حتى إنّ الأبحاث المثمرة صارت في المتناوَل.

ثورة التوظيف

في عام 2009، ترك أبو رداد منصب أستاذ بمركز فريد هاشتنسون لأبحاث السرطان في سياتل بولاية واشنطن، وانتقل إلى قطر، وكله حماسٌ لقربه من الأردن، وطنه الأم، مدفوعًا بالتمويل غير المشروط الذي تقدمه كلية طب جامعة ويل كورنيل. يقول أبو رداد: «لقد أمهلتُ نفسي عامًا كاملًا لتجربة الأوضاع هنا، ومعرفة كيف ستسير الأمور». لقد تخطَّتْ الأمورُ توقعاته، حيث حصل على مِنَح مالية قدرها 6 ملايين دولار لأبحاث التهاب الكبد الوبائي، وأبحاث فيروس نقص المناعة المكتسَبة من صندوق الأبحاث الوطني القطري، وعيَّن ستة خبراء أبحاث (وهم طلبة خريجون، يعملون بشكل مؤقت، ويحصلون على تدريب محلي)، اكتشف أنهم موهوبون بمواهب عظيمة؛ وعندئذ قرَّر البقاء.

لقد كان تعيين طلاب دكتوراة على مستوى عال من الكفاءة تحديًا كبيرًا في البداية، على حد قول أبو رداد. الكثيرون كانوا يترددون في قبول أي منصب بمنطقة الشرق الأوسط، لكن أغلب أعضاء هيئة التدريس بجامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية، والجامعات الفرعية بالمنطقة يتم استقطابهم من الخارج، ويتبعهم باحثون حديثون حريصون كل الحرص على استغلال التمويل، إضافة إلى الحوافز المتاحة، كالإقامة المجانية أو غير المكلفة بالحرم الجامعي، والنقل والمواصلات المجانية، والإعفاء الضريبي. وفي السنوات القليلة الماضية، وَظَّفَ أبو رداد طلبة دكتوراة من كولومبيا، واليابان، وهونج كونج، والولايات المتحدة الأمريكية. وإجمالاً، هناك الآن حوالي 50 طالبًا بكلية طب جامعة ويل كورنيل في قطر حاصلون على درجة الدكتوراة، بعد أن كان عددهم 5 طلاب في عام 2009. والتوجهات متماثلة في أماكن أخرى.. ففي النصف الأول من هذا العام، وَظَّفَتْ جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية 15 مساعدًا وأستاذًا مساعدًا وأساتذة جامعيين من الخارج.

قدَّرت جامعة نيويورك أبو ظبي أن النقلة المقرَّرة ستوفر أكثر من 200 منصب بهيئة التدريس، وعلى مستوى دراسات ما بعد الدكتوراة، على حد قول بانس نوموف، الكيميائي الذي انتقل من اليابان إلى أبو ظبي في العام المنصرم. يقول صالحي-أشتياني إنه عندما أعلن عن وظيفة منذ خمس سنوات، لم يتقدم إليها سوى عدد محدود من الأشخاص. أما الآن، فهو يتلقى طلبات التحاق كثيرة أسبوعيًّا.

يقول أبو رداد إنه اختار طلبة الدكتوراة التابعين له بدقة متناهية: فأي شخص يعتقد أن الإقامة لأغراض الأبحاث في الشرق الأوسط طريقة لطيفة وهادئة لجمع المال وتنقيح سيرته الذاتية، فهو مخطئ تمامًا. ويضيف قائلًا: «أتوقع أن يكون أعضاء مجموعتي على درجة عالية من الحماس والتحفز، وكأنهم يسعون لشق طريقهم العملي في الولايات المتحدة الأمريكية، أو أوروبا، أو اليابان. فحداثة الأبحاث هنا في المنطقة لا تعني أن الأمور سلسة.. فالبدء في أي مشروع من الصفر يتطلب ـ في حقيقة الأمر ـ عزيمة مضاعفة، وتحفيزًا ذاتيًّا». إن الذين يُقْدِمون على مغامرة علمية في منطقة الشرق الأوسط لديهم الكثير من المكتسبات. تستقطب مدينة الدوحة، ومدينة أبو ظبي، وكذلك مدينة دبي المجاورة لها مجتمعات كبيرة من المغتربين، ومن ثم فقد اكتسبت تلك المدن هوية متعددة الثقافات، تجعل من السهل نسبيًّا على الأجانب الاستقرار فيها. فالإنجليزية لغة سائدة، ومعدلات الجريمة متدنِّية، ومن المعتاد ارتياد المطاعم، أو المقاهي، أو الخروج إلى الشواطئ ليلة السبت، بينما السعودية ـ الأكثر تشددًا من الناحية الدينية ـ أكثر تقييدًا من حيث المساواة بين الجنسين، ومن حيث أمور أخرى كثيرة؛ فالكحوليّات ممنوعة تمامًا، على سبيل المثال (وهي قانونية في الإمارات وقطر، ولكنها محظورة أيضًا فيهما). ومع ذلك.. نجد أن جامعة الملك عبد الله للعلوم والتقنية تستقبل الذكور والإناث معًا، ولا مكان لجماعة الأمر بالمعروف والنهي عن المنكر بالجامعة. ويجوز للنساء أن يختلطن بالرجال، ويَقُدْن السيارات، ولا يضطررن إلى ارتداء زي إسلامي، ما لم يخرجن عن حدود الحرم الجامعي، إلّا إذا اضطررن للخروج من الحرم الجامعي؛ فعندئذ يتعين عليهن ارتداء أزياء محتشمة.



«يتطلب بدء أي مشروع من الصفر تحفيزًا ذاتيًا».
ليث أبو رداد

إضافة إلى ذلك.. فإن حقوق النساء مهضومة في قطر، في حين يتمتع الرجال بمكانة مميزة تحت مظلة القانون الفيدرالي، وبدرجة أقل في الإمارات العربية المتحدة. وينصح كوادروس أي شخص يبحث مسألة الانتقال إلى منطقة الخليج العربي أن يقوم برحلة استكشافية، أو أنْ ينضم إلى برنامج دراسي مؤقت أولًا. فقد بدأت زوجته ماريا توريس ـ عالِمة فسيولوجيا النباتات ـ أبحاثها ما بعد درجة الدكتوراة على جينوم نبات البلح بكلية طب جامعة ويل كورنيل في قطر في شهر يونيو الماضي. وكانت تحدوها آمال عريضة، لكنها كانت متوترة أيضًا. تقول توريس: «عندما وصلتُ إلى قطر أول مرة، كنت متأهِّبَة للاصطدام بمكان يتحدى حدودي الثقافية». لقد عَثَرَتْ على خليط من الثقافات واللغات والآراء في المعمل. وتضيف قائلةً: «من المدهش أنّ تجربتي لم تكن غريبة تمامًا عن حياتي كطالبة من طلاب درجة الدكتوراة بالولايات المتحدة الأمريكية». ■

كورين شيرماير مراسِل دوريّة «نيتشر» بألمانيا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


OCEAN/CORBIS

تقنية حيوية

خــط مستقــلّ

العلماء المستعدون للمخاطرة يُنشِئون عمليات بحثية فردية في مختبرات مستأجرة.

فيرجينيا جوين

كان إيثان بِرْلِسْتِين محبَطًا. فباعتباره باحث ما بعد الدكتوراة، ذا طموحات غير تقليدية، أمضى خمسة أعوام في إدارة مختبر مستقل في جامعة برينستون بنيوجيرسي. كان يريد أن يستمر في عمل ما تدّرب عليه، لكن في ظل ظروف سوق العمل الأكاديمي القاسية لم تَكُنْ له أي ضمانات. لذا.. قرر أن يذهب إلى مجمع شهير لعلوم التقنية الحيوية، هو منطقة خليج سان فرانسيسكو بكاليفورنيا، لمحاولة إنشاء مختبره الخاص، دون الحاجة إلى دعم أيّ مؤسسة أكاديمية. كان هدفه الحصول على اعتراف باكتشاف دوائي، وأنْ يبدأ في التواصل مع مستثمرين محتملين. لذا.. تفحّص برلستين عدة مختبرات بحثية، وفي يوليو الماضي وقَّع عقد إيجار لمدة شهرين لطاولة مختبر في معهد العلوم الجزيئية، وهي مؤسسة بحثية غير هادفة إلى الربح في بيركلي بكاليفورنيا.

وبِرْلِسْتِين هو واحد من بين عدد متزايد من شباب العلماء الذين بدأوا يسعون للقيام بالأبحاث العلمية المتطورة في أماكنهم الخاصة، بسبب العقبات المتعددة التي واجهتهم، ومنها نقص الوظائف، وبطء إيقاع البحث العلمي في الوسط الأكاديمي. لقد أصبحت أدوات ومختبرات البحث العلمي أقرب إلى متناول الجميع من الناحية المادية، وبالتحديد في المنشآت الشعبية المسمَّاة «مِسَاحات هواة علم الأحياء» Biohacker spaces، التي تهدف إلى إتاحة إجراء التجارب البيولوجية للهواة، مثلما هي متاحة لرواد الأعمال.

كما بدأت برامج التمويل ـ التي تستهدف الشركات في مراحلها الأولى ـ تقدِّم طريقًا لبدء مسار مهني مستقل في العلوم. وبالرغم من المخاطر، إلا أنّ خيار إنشاء أعمال أبحاث علمية فردية بدأ يجد قوة دفع في أنحاء الولايات المتحدة وأوروبا.

يمكن القول إنّ هذه السُّبُل تتضمن خوض المجهول.. فبعض «مساحات الهواة» غير الهادفة إلى الربح، وذات الدافع التطوعي تُصَارِع من أجل البقاء، وليس من الواضح بعد كيفية الإبقاء على استدامة أعمال البحث العلمي المستقلة، خاصة إذا لم تكن لنتائج أبحاثها تطبيقات عملية مباشرة. ويجب على شباب العلماء التَّوَّاقِين إلى هذا النوع الصارخ من الاستقلال أن يضعوا في اعتبارهم احتياجات أبحاثهم، وأنْ يكتشفوا الأماكن المجهّزة على النحو الأمثل؛ لمساعدتهم، وأنْ يحدِّدوا الطريقة الأفضل لتأمين الدعم المالي.

جنون الهواة

لقد استمدَّتْ أول مساحة لهواة الأحياء روحها من حركة «افعلها بنفسك» البيولوجيّة، التي بدأت خلالها مجموعة من الهواة غير المُدرَّبين بإجراء تجارب التقنية الحيوية في مطابخهم المنزلية، وفي مرائب (جراجات) السيارات (انظر: *Nature* **467**, 650–652; 2010).

والآن، يبحث كل من الهواة والمحترفين عن مساحات مختبرات رخيصة. وتختلف التجهيزات الأولية: فعلى سبيل المثال.. بإمكان الهواة استئجار مساحة من طاولات المختبر في «جين سبيس» Gen space في نيويورك، مقابل 100 دولار أمريكي شهريًّا، شاملةً كواشف المواد، وبعض إرشادات التقنية الحيوية، لكن العلماء الذين يعملون على مشروعات محددة غالبًا ما تكون لهم احتياجات متخصصة، وهناك نموذج جديد بدأ ينشأ في الولايات المتحدة. فلقد دمجت شركات «الهاكوبيتور» hackubator الهجينة بين الاستقلال، ويُسْر التكلفة التي تتميز به مساحات الهواة، وبين طموحات برامج دعم الأعمال في مجال التقنية الحيوية.

شركة «بيو تك آند بيوند» Bio, Tech and Beyond ـ وهي شركة لمساحات الهاكوبيتور، افتُتحت هذا الشهر في كارلسباد بكاليفورنيا ـ تبلغ تكلفة تأجير الطاولة المختبريّة بها 400 دولار شهريًّا، وهو رقم أقل بكثير من سعر حاضِنَات التقنية الحيوية العادية، البالغ حوالي 900 دولار في الشهر. وبإمكان الأعضاء استخدام أجهزة الطرد المركزي، وحاضنات الاسْتِنْبَات الخلوي، والشرائح الروبوتية، والطباعة ثلاثية الأبعاد، إلى جانب الحصول على المساعدة عند كتابة استمارات طلب المنح.

يقول ريان بثنكورت، رجل الأعمال المشارك في التخطيط لاثنتين من شركات مساحات هواة علم الأحياء في محيط سان فرانسيسكو: «تعطي برامج دعم التقنية الحيوية مساحات للشركات. أما «الهاكوبيتور»، فهي تعطي مساحات للشركات المحتملة (أي عندما يكون الأمر مقتصرًا عليك، وعلى فكرتك)، ولكنك تحتاج المعدات والصلات بشركات التقنية الحيوية، والشركات الدوائية؛ من أجل تنفيذ الفكرة».

تشجع مدن عديدة تطوير مساحات الهواة؛ من أجل خلق فرص عمل، وتوليد عوائد ضريبية. وقد حصل جوزيف جاكسون ـ المشارِك في تأسيس شركة «بيو تك آند بيوند» ـ على المساحة المخصصة لمؤسسته بدون إيجار من إدارة مدينة كارلسباد. وفي مقابل ذلك.. من المفترض أن يساعد ثماني شركات خلال عامين. وهو لديه بالفعل ثمانية مستخدمين تجريبيين، و12 آخرين طلبوا تأجير مساحة ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في مختبره. يقول جاكسون: «إذا لم نستطع إنجاح هذا النموذج هنا؛ فلن ينجح في أي مكان».

من المقرر أن تُفتتح في أغسطس شركة «برايت وورك كو ريسيرش» Brightwork Co Research، وهي مؤسسة للأمن البيولوجي من المستوى الثاني، مخصَّصة للعلماء المستقلين، ومقرها مجاور لجامعة رايس في هيوستن بتكساس، التي يوجد بها أحد أكبر المراكز الطبية في البلاد، وتُعتبر بمثابة مجتمع تقنية حيوية وليد. يأتي التمويل الرئيس لـ«برايت وورك» من رجل أعمال محليّ، وعالِم أحياء في مجال الخلايا الجذعية. وستكون هناك 20 طاولة معمليّة مخصصة للباحثين بدوام كامل، و20 طاولة أخرى للباحثين بدوام جزئي. وقد تم بالفعل تخصيص حوالي ربع المساحات. ويتطلع معظم الباحثين إلى إنشاء شركات، لكن لن يكون من السهل الإبقاء عليها تعمل. يقول جاكوب شياتش، المشارك في تأسيس الشركة: «السؤال المهم الآن هو: كيف ستقوم المجموعات بتمويل أبحاثها؟ الشيء الوحيد الذي يهمني هو أن الناس أصبحوا قادرين على دفع العلوم التي يحبونها إلى الأمام».

ومن الأماكن التي تُعتبر مهد هواة الأحياء في أوروبا: «لا باياس» La Paillasse في باريس، وهي أكبر مساحات هواة الأحياء في تلك القارة، حيث تضم أكثر من 30 عضوًا يدفعون ما يقدرون عليه نظير المساحة (حتى مبالغ ضئيلة تضاهي 2.60 دولار أمريكي)، ويستخدمون في أغلب الأوقات أجهزة تَمَّ التبرع بها. يقول توماس، لاندراين المشارك في التأسيس، وطالب الدكتوراة في معهد «سيستمز آند سينثيتيك بيولوجي» Systems and Synthetic Biology في أفري بفرنسا: هناك عشرة مشروعات الآن قيد التطوير، ثلاثة منها ـ بينهم واحد يركِّز على إنتاج حبر رخيص من الميكروبات ـ يمكن أن تصبح مشروعات صالحة لإطلاق شركة. تنمو «لا باياس» بسرعة كبيرة في ظل التمويل الحكومي ودعم عمدة باريس، وسوف تنتقل عما قريب إلى بناية كبيرة في مركز المدينة، حسبما يقول لاندراين.

ثريٌّ بشكل مستقل

حالما يجد العلماء مساحات معمليّة لأعمالهم، يتبقى لهم أن يجدوا مصادر للتمويل. وهذا قد يعني اللجوء إلى عقود الأبحاث، أو استخدام التمويل الجماهيري؛ من أجل إطلاق المشروعات، أو الفوز بمِنَح متخصصة، مثل منحة البحث الابتكاري للأعمال الصغيرة التي تقدمها المعاهد القومية الأمريكية للصحة، ومؤسسة العلوم القومية الأمريكية.

شارَكَ سول جريفيث في تأسيس شركة «أذر لاب» OtherLab، وهي مختبر أبحاث مستقل في سان فرانسيسكو. وتحصل شركته على حوالي 40% من أرباحها من المنح التي تُعطَى لتنفيذ أبحاث تطبيقية أوّليّة عالية المخاطرة في مشروعات تتنوع بين الطاقة الشمسية والروبوتات، وتقوم بذلك لصالح وكالات معينة، مثل وزارة الطاقة الأمريكية، ووكالة مشروعات أبحاث الدفاع المتطورة. وتأتي 20% من عقود الأبحاث لصالح شركات مثل «فورد»، و«جنرال إليكتريك». أمّا بقية الأرباح، فتأتي من تطوير المِلكيّة الفكرية، وبيع المنتجات، خاصة مُنْتَج «أَذَر مِلّ»، وهي قاطعة دوّارة صغيرة، يتم التحكم فيها عن طريق الكمبيوتر، وبإمكانها قطع أي شيء.. بدءًا من لوحات الدوائر الكهربائية، حتى المجوهرات.

تحصل مؤسسة «يوبيوم» UBiome ـ التي أطلقها «معهد كاليفورنيا للعلوم الحيوية الكمية»، وهو برنامج دعم انطلاق المشروعات في جامعة كاليفورنيا بسان فرانسيسكو ـ على التمويل في صورة دفعات صغيرة، من خلال بيع معدات تصوير الميكروبات التي تقوم بعرض تسلسل الجينوم الخاص بالميكروبات الموجودة في الفم والأمعاء والأنف والأعضاء التناسلية، ويبلغ ثمنها 89 دولارًا أمريكيًّا. وهي تعطي للأشخاص نظرة قريبة على البكتيريا التي تعيش بداخلهم. يريد زاكري أبتي أيضًا ـ المشارِك في تأسيس الشركة ـ التنقيب في البيانات؛ من أجل كشف بعض الحقائق، مثل كيف تؤثِّر العادات الغذائية على الميكروبات، حيث يقول: «كنت جاهزًا لإجراء أبحاثي الخاصة، وكانت لديَّ أفكاري التي أريد استكشافها، لكنْ سوف تستهلك وقتًا طويلًا لتحقيق ذلك، إذا سلكت المسار الأكاديمي». وأبتي ليس الوحيد الذي حصل على تمويل جماهيري: ففي وقت سابق من العام، قام ثلاثة من هواة الأحياء بإطلاق حملة تمويل جماهيري؛ لجمع المال؛ لتحويل مصنع بارز إلى نمط الهندسة الحيوية (انظر: *Nature* **498**, 15–16; 2013). وقد جمعوا أقل قليلًا من 500 ألف دولار.



«لا أريد أن أستسلم وأترك العلوم، وأنا على استعداد لأنْ أمضي في طريقي؛ لأَجِدَ وسيلة ينجح بها هذا الأمر».
إيثان بِرْلِسْتِين

هناك القليل من مخططات التمويل تعطي دعمًا خاصًّا للمراحل الأولى؛ لإطلاق المشروعات الاستثمارية المستقلة عالية المخاطرة، وعالية العائِد. وقد أطلق شياتش للتَّوّ برنامج «سينبايو أكسيليراتور» SynBio axlr8r؛ لمساعدة شركات البيولوجيا التركيبية على الانطلاق، بتمويل من شركة «إس. أو. إس فينشر» SOS Ventures، وهي شركة استثمارية في كنسالي بأيرلندا. ويوضح قائلًا إنّ «هدف سينبايو أكسيليراتور هو أخذ الأفكار بعد إثبات نظريتها؛ من أجل إنشاء شركة خلال 90 يومًا». وستحصل أول دفعة مكونة من 10 إلى 20 استمارة ناجحة على 30 ألف دولار أمريكي لكل واحدة، بالإضافة إلى مساحة معمليّة في إحدى شركات دعم العلوم في كورك بأيرلندا.

ومن خلال برنامج يُسمَّى «بريك أوت لابس» Breakout Labs، تُموِّل مؤسسة «ثايل» في سان فرانسيسكو الشركات في مراحلها الأولى، تلك التي تعمل على أفكار أساسية تنطوي على مخاطرة، وهي غير جاذبة للتمويل الفيدرالي، أو الشركات الاستثمارية. وتساعِد المنح ـ التي يبلغ قدرها 350 ألف دولار ـ متلقِّيها على الوصول إلى إنجازات رئيسة، وهي المرحلة التي يستطيعون فيها اجتذاب المزيد من المِنَح العادية، أو الاستثمارات. يقول الباحث تود هافمان: «بدأتُ مشروعًا تجاريًّا، لأني أردت أدوات، لم تكن موجودة، لإجراء أبحاثي». وقد استخدم هوفمان منحةً مقدَّمة من برنامج الـ«بريك أوت لابس» في دعم إطلاق شركة «ثري سكان»، التي شارك في تأسيسها؛ من أجل تطوير مجهر مسح ذي طرف قاطع، يقوم بقطع ومسح شرائح الأنسجة في الوقت نفسه، من أجل خلق نموذج ثلاثي الأبعاد للعيِّنة قيد الفحص. ويشرح هافمان: «أردتُ أن أصنع هذه الآلات خلال دراستي للدكتوراة، لكن المشرف على رسالتي لم يعتقد أن هذا استغلال جيد للوقت». ترك هوفمان برنامج الدكتوراة، لكنه أبقى على اهتمامه بمورفولوجيا الخلايا العصبية. وبعد أنْ أسس «ثري سكان»، بات يأمل في العودة إلى دراسة الدكتوراة، ومعه مجموعة جديدة من الأدوات.

تَلَقَّى دارين تشو منحةً قدرها 100 ألف دولار لمدة عامين من مؤسسة «ثايل» Thiel، حتى يترك الجامعة ويصبح رائد أعمال. وبدأ يعمل على استكشاف طرق لهندسة كائنات حية؛ بهدف إنتاج جزيئات جديدة، وهو مشروع سيساعده على إيجاد مكان له في السوق، خاصة في ظل استمرار شركات المستحضرات الدوائية في الاستعانة بشركات أخرى؛ لإجراء الأبحاث الأوّليّة والتطوير. ويقول تشو: «في هذه المرحلة من حياتي أستطيع أن أتحمل المخاطرة.. أنْ أتحمل مشاق العقبات، لأري إلى أين ستأخذني». وإلى جانب منحة «ثايل» التي حصل عليها، حصل تشو كذلك على بعض المال من مؤسسة «بيل آند مليندا جيتس» في سياتل بواشنطن. وقد استخدمها لشراء معدات المختبر من شركات كانت تصفِّي أعمالها. وبهذه المعدات قام بتجهيز مساحة مختبر مستقل وصناعي في ماونتن فيو بكاليفورنيا.

التغلب على الصعاب

يقول تشو إن إحدى أكبر العقبات التي تواجه مَنْ يسلك طريقًا مستقلًّا هي أنّ أغلب مجال التقنية الحيوية لا يزال يُعَلِّي من قدر «الطراز القديم المضمون»، من نشر الأعمال في نشرات علمية مرموقة، أو إجراء أبحاث ما بعد الدكتوراة في مؤسسة شهيرة. ويؤكد تشو على أنّ هذا يمثل تحديًا، لكنه تمكَّن من التغلب عليه من خلال الحصول على مِنَح وزمالات رفيعة المستوى.

أما برلستين، فقد كان أول تَحَدٍّ واجهه هو إيجاد مساحة



ANDREA DUNLAP

يموِّل سول جريفيث بحثه المستقل في مجالات مثل الروبوتات من خلال المِنَح وعقود العمل.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

معمليّة تفي باحتياجاته. كان مفتونًا بهذا المزيج من الهواة والمحترفين في «مساحات هواة علم الأحياء»، لكن في النهاية، لم يكن هذا صالحًا أبدًا لبحثه المتخصص؛ فاستقر ـ في نهاية المطاف ـ في مكان أغلى نسبيًّا، حيث يتكلف شهريًّا حوالي 2000 دولار، لكنه يوفر له مختبر خمائر به كل المتطلبات، بحيث يساعده على الإسراع في إجراء الأبحاث على مدار الأسابيع الستة، التي يتوقع أن يتمكّن خلالها من تطوير تحليل سريع لخمائر؛ لعلاج الأمراض النادرة.

ويساعد بشنكورت في تخطيط مساحة الهواة المعملية «كاونتر كالتشر» Counter Culture Labs في أوكلاند بكاليفورنيا، التي سوف تؤجر مساحات معملية لـ 50 عضوًا على الأقل، ابتداء من هذا الخريف فصاعدًا. وفي ظل الاحتياج لمساحات معملية أكثر تخصصًا، شارك كذلك في تأسيس مساحة هواة صغيرة مخصَّصة لمجال المداواة، تسمى «بيركلي بيولابس»، ومن المقرر افتتاحها في هذا الصيف.

ويشير برلستين إلى تحديات أخرى، مثل إيجاد تأمين لتغطية الحوادث في معمل مستأجر. أما أكبر الصعاب التي تواجهه، فهي تحديد ما إذا كان بحثه سيَنْتُج عنه إنشاء شركة قابلة للاستمرار، أم لا، وما إذا كان هو يريد ذلك، أم لا.

في ظل تزايد صعوبة الحصول على التمويل والمناصب في الوسط الأكاديمي، سيصبح المزيد من العلماء على استعداد لتحمُّل المخاطرة. وفي نهاية المطاف، سوف يعمل هواة الأحياء المتطلعين إلى استكمال عملهم في مواجهة الوضع التمويلي الكئيب على إنشاء وحداتهم المختبريّة الخاصة. ويقول برلستين: «الناس بدأوا يتحكمون في أمورهم. لا أريد أن أستسلم وأترك العلوم، وأنا على استعداد لأنْ أمضي في طريقي؛ لأَجِدَ وسيلة ينجح بها هذا الأمر». ■

فيرجينيا جوين كاتبة حرة في بورتلاند بأوريجون.



IMAGES.COM/CORBIS

التعلّم عبر الإنترنت

كيف تُصمم مقررات جامعية متاحة عبر الإنترنت

بخطوات مدروسة ودعم جيد، يمكن لمدرّسي العلوم تصميم محاضرات مفتوحة عبر الإنترنت ذات فاعلية عالية.

سارة كيلوج

عندما كانت مارني بِلِيويت تعمل على تصميم أول سلسلة محاضرات تلقيها عبر الإنترنت في علم الوراثة، عرفت أنها ستحتاج إلى المساعدة. ولِكَوْنِها عالِمَة جينات في جامعة ملبورن بأستراليا، كانت بليويت جديدة في سوق «المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت» MOOC، التي تصل إلى الآلاف، وربما حتى مئات الآلاف من الطلاب حول العالم.

قامت بليويت بتعيين كايلي جريج ـ باحثة ما بعد الدكتوراة، ذات الكفاءة التقنية ـ لمساعدتها في وضع الاختبارات، وإنشاء شرائح العرض والصور التعليمية، وإدارة منتديات إلكترونية للطلاب خلال الدورة التي استمرت ستة أسابيع، والتي بدأت في الأول من يوليو الماضي على موقع «كورسيرا» Coursera، ومقره في ماونتين فيو بكاليفورنيا، وهو أكبر مِنَصَّة في العالم للمقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت. وستعمل بليويت مع جريج كذلك من أجل تحليل بيانات الاختبارات، وتحديد ما إذا كانوا يحتاجون إلى إضافة محتوى جديد لتوضيح بعض المبادئ، أم لا.

كانت هذه المساعدة مهمة جدًّا. تقول بليويت: «إنه شعور مختلف تمامًا عن المحاضرات الجامعية التقليدية.. فالعدد الكبير للطلاب يزيد من الضغوط. وبالإضافة إلى ذلك.. هناك فرصة جيدة لبث الآراء الفوريّة من قِبَل المشاركين، إذا لم تعجبهم المحاضرة».

في العامين الماضيين أصبحت المؤسسات الأكاديمية ومراكز صنع السياسات والمؤسسات البحثية حول العالم شريكًا في المواقع التي تستضيف دورات مفتوحة عبر الإنترنت، ومن بينها موقع «كورسيرا»، و«إيدكس» edX في كمبريدج بماساتشوستس، و«أوداسيتي» Udacity في ماونتن فيو. وإلى الآن تَلَقَّى موقع «كورسيرا» 9.5 مليون طلب للتسجيل في محاضراته، كما تَلَقَّى «إيدكس» حوالي مليون طلب. وبإمكان المؤسسات أو المحاضرين الذين يتطلعون إلى القيام بذلك بأنفسهم - دون تلك المِنَصَّات - أن يضعوا تسجيلات محاضراتهم على موقع «يوتيوب».

غالبًا ما تكون تلك المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت مجانية، ولها فروض دراسية واختبارات، تمامًا مثل نظيرتها التي تُدَرَّس في الجامعات، لكنها أيضًا تضم مجموعات نقاشية، يمكن لعشرات الآلاف من الطلاب الاشتراك فيها؛ لمشاركة الأفكار، ومناقشة المحاضرات. وتتباين الموضوعات الدراسية بتباين الطلاب، ابتداءً من «الذكاء الاصطناعي لعلوم الروبوت»، حتى «تاريخ موسيقى الروك: الجزء الثاني».

قد يشعر المُحاضِرُون بِثِقَل التحدي المتمثِّل في جَعْل سلسلة المحاضرات في أحد الموضوعات الشائعة أقصر، وأكثر حيوية، وأسهل للفهم على شاشة الكمبيوتر، لكنّ مصممي تلك المحاضرات الإلكترونية المتمرِّسين يقولون إنّ تلك المهمة تستحق بجدارة ما يُبْذَل فيها من مجهود، وذلك لأن تلك المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت سيتم اختبارها على نطاق واسع. وبالرغم من أنها ـ بشكل عام ـ لا تُدِرّ دخلًا إضافيًّا، إلا أنها تعطي فرصة للمدرسين لتطوير طرق جديدة لتدريس العلوم، وتوصيلها إلى جمهور جديد من المبتدئين، وتشجيع النقاشات عبر الوسائل المتطورة.

عالَم مختلف

يتطلب إنشاء تلك المقررات الإلكترونية انتباهًا فائقًا للتفاصيل، إلى جانب ساعات طويلة من التحضير والتدريس. يقول الخبراء إنّ سلاسل المحاضرات الناجحة هي أكثر من مجرد محاضرات تُحمَّل على شبكة الإنترنت، كما أنها تخدم جمهورًا أوسع وأكثر تنوعًا من أي نوع آخر من أنواع التعليم عن بُعْد.

ويوضِّح أنانت أجاروال ـ رئيس موقع «إيدكس» وعالِم الكمبيوتر في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ قائلًا: «يجب على المحاضرين الذين يقومون بتصميم ◄



محاضرات إلكترونية أن يتمعّنوا في دراسة تلك الوسيلة الجديدة كليًّا»، فمثلًا: «كيف يمكن إعطاء المواد الدراسية للطلاب في جرعات مختصَرة صغيرة؟ لا يمكنك أن تقف أمام سبورة وتتحدث لمدة ساعة، لأن الطلاب سيفقدون انتباههم، كما أنّ عليك أنْ تستخدم مجموعات النقاش؛ من أجل توجيه حوارات الطلاب حول المادة العلمية».

تختلف المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت أيضًا عن التدريس في الجامعة؛ إذ إن الطلاب لا يتلقون بالضرورة المادة العلمية نفسها في الوقت ذاته.. فموقع «أوداسيتي» يجعل محاضراته متاحة على مدار العام كله؛ حتى يتمكّن كل طالب من الدراسة بالمعدَّل الذي يناسبه، كما أن المحاضرات على «اليوتيوب» أو غيره من مواقع التعلم عبر الإنترنت قد تبقى متاحة إلى الأبد، بالرغم من أنّ المُحاضِرين غالبًا ما يقومون بمحو المواد القديمة، وقد تفعل الجامعات نفسها ذلك. وعلى العكس.. يعطي كلٌّ من موقع «إيدكس»، وموقع «كورسيرا» محاضراتهما طبقًا لجدول زمني محدد، وذلك للتأكد من أن اجتماعات النقاش والمنتديات الطلابية تخضع للإشراف، وأنّ كل الطلاب يدرسون الأشياء نفسها في الوقت ذاته.

ومن بين إحدى مزايا المقررات الإلكترونية: القدرة على إضافة تحديثات مستمرة؛ لتعكس التغيرات في التكنولوجيا، أو الرؤى المتعلقة بالمادة العلمية. يقوم إريك لاندر عالِم الأحياء في معهد ماساتشوستس بتدريس فصل تمهيدي في علم الأحياء، وقد حَوَّلَه ليصبح مقررات إلكترونية على موقع «إيدكس». قام لاندر بتدريسه للمرة الأولى في مارس الماضي، وسوف يقوم بتدريسه مجددًا خلال سبتمبر الحالي، لكنه يعتزم مراجعته قبل ذلك بإضافة تسجيلات فيديو جديدة؛ لتعكس الدروس المستفادة من سلسلة المحاضرات الأولى. ويوضح لاندر قائلًا: «سألنا أنفسنا: إذا كانت لدينا إمكانية النفاذ إلى الوسائط المعتمدة على الإنترنت، فكيف نعرض المحاضرات بشكل مختلف للطلاب على الإنترنت؟». وكانت الإجابة بالنسبة إلى فريقه أنْ تتم إضافة تقنيات لم يستخدموها من قبل، وخاصة الرسوم المتحركة، والنماذج ثلاثية الأبعاد.

هناك ميزة أخرى من بين المميزات الرئيسة للمقررات الإلكترونية، هي (مجموعات النِّقَاش)، حيث تحتاج إلى التوجيه والإشراف، لكنها قد تشهد مناقشات مكثفة، وحوارات محفِّزة للأفكار حول القضية المثارة، أو المحاضرات، أو حتى المُحَاضِر. وتشجِّع مجموعات النقاش الطلاب على تقييم تعليقات الزملاء، وهو ما يخلق في الغالب نوعًا من الدردشة المحمومة. كما أنها تسمح بالتعلم من خلال الأقران، فعلى سبيل المثال..



TAMMATHA O'BRIEN

طالب الدراسات العليا بريان لوفيت يساعد الأستاذ الجامعي ريمون سانت ليجير في الإعداد لمحاضرة في علم الجينات الحَفْرِيّة.

يقوم الطلاب بمساعدة بعضهم البعض فيما يتعلق بالواجبات المنزلية، أو بمراجعة نتائج اختبارات زملائهم.

عندما يتعلق الأمر بتصميم المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت، ينصح المُحاضِرون مَنْ يقوم بهذا الأمر لأول مرة أن يوظِّف فريق دعم ـ ربما يضم متخصِّصين في تطوير المناهج، ومبرمجين، ومصوِّرين، ومدرسين مساعدين من هواة التكنولوجيا ـ وذلك من أجل المساعدة على تَخَطِّي العقبات التعليمية والتقنية (انظر: «ابدأ في تدريس المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت»). يقول لاندر: «الأمر يتطلب الكثير.. فلقد ألقيت محاضراتي على مدى 23 عامًا، وأعرف المادة جيدًا، لكنني احتجت إلى المساعدة؛ لتحويلها إلى منصة جديدة. ولذلك.. كانت استعانتي بخبراء من خارج المجال أمرًا جيدًا». وبينما يَحْضِر محاضراته في الجامعة 850 طالبًا في الوقت نفسه، تجتذب محاضراته على الإنترنت نحو 35 ألف طالب.

البروز والثبات في الزحام

تقدِّم غالبية شركات المقررات الإلكترونية خدمات شاملة؛ لمساعدة المُحاضِرين على تصميم مناهجهم، ومساعدة الطلاب في تعليمهم وفي أدائهم الواجبات المنزلية. وبينما يعتقد بعض المحاضرين أن هذه الأنظمة تجعل الدورات أكثر عمومية، وتقضي على الاستثناءات، من خلال مَحْو بصمة المحاضر المتميزة، على سبيل المثال،

إلا أن الكثير منهم يعتقد أن المميزات تتخطى العيوب: فالتضحية ببعضٍ من أسلوب التدريس الشخصي يتيح لهم تبسيط عملية إنشاء المقررات المتاحة عبر الإنترنت، وكسب إضافات من خبراء التكنولوجيا. يقول المحاضرون المتمرِّسون إنه يتوجب على المحاضرين عبر الإنترنت أن يفكروا فيما يريدون للطلاب أن يتعلموه ويجرّبوه، بدلًا من تَرْك صياغة المحتوى للمنصة المضيفة.

كما يتوجب على المحاضرين أن يعيدوا التفكير في أسلوب محاضراتهم، حتى فيما يتعلق بلغة الجسد. فالتدريس الذي ينطوي على الحماسة، والإيماءات واسعة النطاق، والصوت العالي قد يضفي شيئًا من الدراما على قاعة المحاضرات، لكنه يُعتبر أمرًا مُشَتِّتًا للانتباه على الشاشات الصغيرة. وينصح المحاضرون القدامى أن يقوم المبتدئون بتسجيل محاضراتهم أمام طلاب في قاعة محاضرات، أو في مجموعات أصغر، وأنْ يأخذوا وقتهم الكافي في التأقلم على تلك التقنية التي قد تتضمن كاميرات عالية التقنية، وشاشات خضراء؛ لإضافة خلفية أخرى. ويحكي ريموند سانت ليجير، عالِم الحشرات في جامعة ميريلاند في كوليدج بارك، الذي قام بتدريس مقررات جامعية متاحة عبر الإنترنت من خلال موقع «كورسيرا» في إبريل الماضي، فيقول: «كان عليَّ أنْ أُعَوِّد نفسي على أنْ أبقى أكثر ثباتًا، لأنّ أي حركة تظهر بوضوح على الكاميرا». وقد كان قلقًا من الأداء بشكل مصطنع بعد قيامه بالكثيرمن التمرين، مضيفًا: «كان عليَّ الاعتياد على التدريس موجِّهًا حديثي إلى نور الكاميرا الوامض، وأنْ أكون أكثر عفويّة».

يقول مايكل دوويس، عالِم الفيزياء في جامعة كاليفورنيا في بيركلي، الذي قام بتدريس فصل تمهيدي في الفيزياء عبر الإنترنت، وهو الآن مرفوع على «اليوتيوب»: «بشكل عام، أعتقد أن هناك مزيجًا مثاليًّا من الترفيه والتعليم، هو ما يُبْقِي الطلاب مهتمين بالمتابعة، بينما تظل المحاضرة مثمرةً لتعليم المادة».

اعْرَفْ جمهورك

إنه من المهم أن تضع في اعتبارك طبيعة طلابك. بعضهم قد يكون حاصلًا على درجات علمية في هذا الفرع من المعرفة، لكنّ آخرين لن تكون لديهم خبرة، أو ربما يكون لديهم القليل منها فقط. ويقول المحاضرون القدامى إنه من المهم أنْ تعطي في بداية الدورة خلفيةً معلوماتية توضِّح المبادئ والمعارف الرئيسة للمادة.

يوضح مايكل إيفانز، عالِم الكيمياء في جامعة إيلينوي في أوربانا شامبين، قائلًا: «الطلاب على الإنترنت مختلفون عن الطلاب في الجامعة». جدير بالذكر أنّ مايكل إيفانز

تصميم الدورات

ابدأ في تدريس المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت

- تَوَاصَلْ مع خبراء في تطوير المناهج والتكنولوجيا؛ من أجل الاستفادة بمَشُورَتهم.
- طَوِّرْ قائمةً من الأهداف التعليمية التي يمكن إنجازها في أجزاء فيديو قصيرة، أو من خلال وسائل أخرى، مثل القراءات، أو مجموعات النِّقَاش، أو محاضرات الضيوف.
- لا تُبَسِّط المحتوى أكثر من اللازم، ولكن في الوقت ذاته جهِّزْ بعض المواد التي تعطي خلفية علمية لغير العلماء.
- استخدِمْ الفيديو في تصوير التجارب المعملية، واصنعْ أدوات وشرائح عرض تفاعلية، وضَعْ مسائل للاختبارات، واعرضْها مصحوبةً برسوم ثلاثية الأبعاد.
- جَرِّب الفيديو، والاختبارات الإلكترونية، والنماذج المتحركة أمام جمهور صغير أوّلًا.
- بإمكان الطلاب الوصول إلى المواد في أوقات مختلفة، وبدون ترتيب. لذا.. تجنبْ ذِكْر تواريخ المحاضرات، وأوقاتها، وترتيب المحتويات.
- تمرّنْ على المحاضرة قبل التسجيل.
- وَظِّفْ مساعِدًا؛ لمساعدتك في الإشراف على المنتديات وتوزيع الرسائل.
- اجعل متعلقات الدورة متاحة قبل بدئها، مثل إتاحة الوصول إلى الفروض المنزلية والاختبارات، وفي الوقت ذاته خَطِّطْ للمتعلقات التي ستسلمها للطلاب.
- شجِّع التفاعل بين الطلاب والتوجيه فيما بينهم على المنتديات الإلكترونية.
- اجمع بيانات عن تعليم الطلاب؛ من أجل تحسين الدورة عند إعادتها.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عمل مع جيفري مور ـ المشرف على رسالة الدكتوراة الخاصة به ـ على تصميم وتدريس سلسلة محاضرات في الكيمياء العضوية على موقع «كورسيرا». وهو يستطرد قائلًا: «عادةً يكون الطلاب على الإنترنت أكبر سنًّا، ويبحثون عن تطبيقات حقيقية في الحياة العملية لِمَا يدرسونه».

يقول إيفانز إنّ على المحاضرين أن يكونوا أخصب خيالًا في محاضراتهم، لأنه لا توجد لديهم فرصة تتيح لهم ـ على سبيل المثال ـ الضغط على الطلاب ليبقوا في مقاعدهم، مثلما هو الحال في الفصول الدراسية. ويوضح قائلًا: «لديك طرق مختلفة لتدريس المواد، لكنْ في ظل التواصل عبر الفيديو، تتاح لك فرصة واحدة لتقول شيئًا ما»، مشيرًا إلى أن الفشل في الإبقاء على الفصل عبر الإنترنت متواصلًا مع المُحاضِر قد يتسبب في خروج مئات ـ إنْ لم يكن آلاف ـ من الطلاب. ويضيف: «لا يوجد لديك محيط واقعي ملموس، ولا يمكنك التجول في المكان. إنك تحصل على لقطة واحدة في وقت محدد، وليس بإمكانك حتى الاستطراد بعدها». ويقترح إيفانز تجنُّب الحكايات، والالتفافات اللفظية، التي قد تبدو منطقية في الفصول الدراسية، لكنها بالطبع تكون غير مناسبة في التدريس عبر الإنترنت.



WALTER AND ELIZA HALL INST.

«إنه شعور مختلف تمامًا عن المحاضرات التي تُدَرَّس في الجامعات العادية».
مارني بِليويت

شكوك حول المحاضرات

ما زال بعض المتشككين في المقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت في ريب أيضًا من إمكانية أن تعطي تلك المحاضرات تجربة تعليمية مُرضية، مهما كانت نوعية التقنيات المستخدمة. ويعبِّرون عن قلقهم مِن أنّ الطلاب لا يحصلون على السعة المعرفية نفسها التي يتلقونها في محاضرات الفصول الدراسية، وأنّ أجزاء مهمة من المحتوى الدراسي قد لا يتم التطرق إليها. يقول كارل ويمان ـ مدير «مبادرة كارل ويمان لتعليم العلوم» في جامعة بريتيش كولومبيا في فانكوفر بكندا ـ إنّ فاعليات مثل مجموعات النقاش لا تخلق في الحقيقة مجتمعًا يحاكي الفصل الدراسي، مضيفًا: «لا أنكر أنّ هذا قد يصبح ممكنًا، لكنني أنكر أن يكون أي شخص قد أثبت أن لديه تقنية تستطيع أن تفعل هذا».

ومِثْلُ هذه المخاوف يمكن التخفيف من حِدّتها من خلال تقنيات بناء المجتمعات التي تسمح للطلاب ببناء صلات ببعضهم البعض، وبمدرِّسيهم. وبإمكان المدرسين أن يمنحوا طلابهم مناقشات وجهًا لوجه باستخدام برامج اتصال عبر الإنترنت؛ كما أن بإمكانهم أن يتفاعلوا مع الطلاب على منتديات النقاش الدراسية.

بإمكان القبول الجماهيري الواسع للمقررات الجامعية المتاحة عبر الإنترنت أن يمنح الأساتذة في بداية مشوارهم المهني شيئًا آخر: الشهرة. ويوضح إيفانز قائلًا: «أعضاء هيئة التدريس الأصغر سنًّا يجدونها فرصة للشهرة، إذا لم تكن للثروة كذلك. وبإمكانك أن تُشهِر اسمك بين الناس بسرعة كبيرة». وهذا يعني أن المخاطر كبيرة. ويضيف سان ليجيه قائلًا: «ندرِّس لعدد من الطلاب في هذه الدورة، ربما أكبر بكثير ممن سندرِّس لهم وجهًا لوجه طوال بقية مشوارنا المهني». ■

سارة كيلوج كاتبة حرة من واشنطن دي سي.

عمـود

الموسيقى تلتقي بالعلوم

يرى **ستيفان ديتورناي** أن التأليف الموسيقي والبحث العلمي الناجح يشتركان معًا في صفات مهمة.

ما الذي يشترك فيه بول مكارتني، وستيفن هوكينج؟ أحدهما يُعرف بأنه أحد أكثر المؤلفين الموسيقيين والفنانين الغنائيين نجاحًا على الإطلاق، والآخر عالِم فيزياء نظرية، مشهود له عالميًّا، ورائد في اكتشاف أسرار الكون الغامضة. وقد ملأ كلٌّ منهما مجاله إبداعًا.

إن العلاقة بين العلوم والموسيقى والفنون تم تناولها في سياقات متنوعة. فعلى سبيل المثال.. حاول الكاتب دوجلاس هوفستاتر في كتابه «جودل وإيشر وباخ» ـ من (الكتب الأساسية) ـ الصادر عام 1979 أن يستخدم مآثر أعمال كلٍّ من عالِم الرياضيات كورت جودل، والفنان موريتس كورنيليس إيشر، والمؤلف الموسيقي يوهان سباستيان باخ؛ لتوضيح الأسس المعرفية التي تشترك فيها مجالاتهم.

من الأمور التي لم تأخذ حظها من الذكر: اشتراك البحث العلمي والتأليف الموسيقي في خطوات رئيسة مهمة. وبالإمكان تصنيفها بشكل عام في أربع خطوات: البداية، والتنمية، والتحسين، والعرض.

تبدأ الأفكار في النشوء بطرق عدة. وغالبًا ما يقوم المتعاونون في مجال العلوم بالاشتراك في «زحام فكري»، فعلى سبيل المثال.. عندما يتفاعلون معًا من أجل اتخاذ قرار؛ لتحديد طريقة هيكليّة للإجابة على أحد الأسئلة. أحيانا يلاحظ الباحثون وجود روابط عبر المجالات المختلفة، ليدركوا بذلك أن أحد الأسئلة تمت الإجابة عليه باستخدام إحدى التقنيات، وأنّ نهجًا مشابهًا يمكن الاستفادة منه في معالجة مشكلة أخرى، على غرار إدخال الثُّمانية الوترية، أو آلة السيتار إلى إحدى أغاني البيتلز، أو قد يفكر أحد العلماء بعمق في كيفية تحقيق هدف محدد. وتأتي لحظات التجلي في أي مكان وأي وقت: عند حضور مؤتمر، أو الوقوف في حفل غنائي، أو مشاهدة فيلم آسِر، أو حضور حديث ممل. الأمر ذاته صحيح فيما يتعلق بالموسيقى: قال مكارتني إن أغنية «البارحة» الصادرة في عام 1965 ـ التي تُعَدّ أفضل أغانيه على الإطلاق ـ أتته في حلم، وأنه نفسه لم يصدِّق أنه ألّفها.

بعد الاندهاش في البداية من الفكرة الجديدة تأتي المرحلة التالية: التطوير. بعد ذلك، وحالما يتم شحذ تلك الفكرة الضبابية، وتحديد ملامحها بشكل أفضل؛ يحين وقت التطبيق العملي. وبإمكان كلٍّ من العلماء والموسيقيين أن يعملوا منفردين، أو أنْ يتعاونوا مع آخرين. ولقد أدَّى تعاون هوكينج مع عالم الرياضيات رودجر بنروز إلى توصُّل الاثنين إلى أنّ الكون بدأ كوحدة منفردة. كما كان من الصعب الفصل بين إسهام مكارتني في فريق البيتلز، وإسهام جون لينون فيه، لكنْ كان لكلٍّ من هوكينج ومكارتني سجل طويل من الإسهامات الفردية اللامعة.

يأتي التحسين كآخِر مرحلة في المشروع. تعلم أنّ لديك بعض النتائج الجيدة، وأن ذلك العمل بإمكانه النجاح، ولكن يجب أن يتم تقديمه وتوصيله بدقة. هذه المرحلة قد تكون مُحبطة في بعض الأوقات. فقد تمت كتابة الأغنية، لكنها ما زالت تحتاج إلى التسجيل، وأعمال حسابية، ويجب أن تقدَّم إلى إحدى الدوريات للتقييم. وقد يقضي الموسيقيُّون ساعات في عمليات تنقية مفصّلة بالطريقة نفسها التي يراجع فيها العلماء نقاشاتهم بشكل متكرر؛ من أجل التخلص من نقاط الضعف، أو التخلص من الافتراضات الموجودة في غير محلها، أو صياغة الأفكار التي تم إغفالها.



NIHAT DURSUN/GETTY

حالما يتم إصدار الأغاني، وتنشر الأوراق البحثية، فهناك المرحلة الأخيرة: العرض. كيف سيحكم الناس على عملك؟ سيقوم جمهور متنوع بقراءة الأوراق البحثية وسماع الأغاني: سيلقي العلماء خُطبًا، كما سيغني الموسيقيون في حفلات غنائية. وربما يبدأ المجتمع ببطء في تكوين رأي عن المادة التي كنت مهووسًا بها على مدى أسابيع، أو أشهر، أو أعوام. قد تشعر بفخر كبير، أو بالرضا، وقد تشعر بخيبة الأمل.

قد يصل الحظ ببعض الموسيقيين إلى توقيع عقود تسجيل ألبومات؛ ويصلون إلى النجاح، كما قد يحصل بعض العلماء على منصب أكاديمي، أو وظيفة ثابتة. أما بالنسبة إلى الباقين، فيبقى هناك دائمًا خيار وضع حلم هوكينج ـ الانتشار في الفضاء؛ والوصول إلى النجوم ـ في مساعيهم المهنية. سيبحث الكثيرون عن سيناريوهات بديلة، ثم يعثرون على الوسائل اللازمة لاكتشاف مكانتهم المهنية، وهي مساحتهم متعددة التخصصات، متعددة الأنواع، التي لم يتجرأ من قبل سوى قليل من الناس على اقتحامها. ■

ستيفان ديتورناي باحث ما بعد الدكتوراة في الفيزياء النظرية بجامعة هارفارد في كمبريدج بماساتشوستس.

كل ما تَبَقّى

إجازة لا تُنْسَى.

شين د. راينوولد

لم يتبق سوى أساس البيت، وحفنة من الخشب المتفحم الذي تلتف حوله الحشائش. واستحالت أشجار الصفصاف في الساحة الخلفية إلى جذوع مبتورة، ولم تتبق سوى دعامة واحدة من دعامتي الأرجوحة، حيث برزت من الأرض، وقد أكلها الصدأ.

قال ديفيد: «هناك ترعرعت». رَشَّ ديفيد سائلًا للتنظيف على الزجاج الأمامي للحوامة؛ كي يتيح لطفليه رؤية أفضل.

قال جاكسون: «من الواضح أنه لم يتبق منه الكثير». خلع نظارة الحقيقة الافتراضية من على عينيه، بعد أن هز كتفيه بدون مبالاة، وقال: «أَخْبِراني عندما نبتعد عن هذا الكوكب».

أضافت كارلا، وهي تمضغ علكتها: «أبي، هذه أسوأ إجازة لنا على الإطلاق».

تنهَّدَ ديفيد، وقال: «هناك بضع أشياء أريد أن أريكما إيّاها فحسب».

دارت عينا كارلا.. كانتا عسليَّتين كعيني أمها، وقالت: «هذا المكان مظلم ومتفحم، وتفوح منه رائحة نتنة. هلّا رحلنا الآن؟»

قال ديفيد: «هناك التقيت بأمكما». وأومأ برأسه باتجاه مرآب السيارة الخالي سوى من الرماد بالأسفل. «كانت تقطع الطريق بسرعة، وكِدْتُ أن أصدمها بسيارتي».

عدّلت كارلا من وضعيتها على الكرسي. «لا أصدق أن الناس على هذا الكوكب ما زال لديهم سيارات، ولو حتى في الماضي. يا إلهي! لا أعتقد أن أحدًا على مستعمرة سينتانا كان يملك سيارة قط. وهي مستعمرة منذ 200 عام».

تخيل ديفيد نفسه وهو ينطلق بسيارته المكشوفة على الطريق السريع بطول المحيط الأطلسي ومعه برايانا، ورذاذ البحر المالح يصطدم بوجهيهما. «أعتقد أن مَنْ ظَلَّ مِنَ الناس على كوكب الأرض بعد الخروج إلى الفضاء ما زال يفضل الأشياء الأبسط».

قالت كارلا: «أما أنا فلا، هل يمكنني بعد الحصول على رخصتي الشهر القادم الحصول على حوامة بأربعة مقاعد؟»

رفع جاكسون نظارته لأعلى، وقال: «وماذا عني؟ أريد واحدة أنا أيضًا».

«من حقي الحصول عليها أولاً، فأنا أكبر سنًّا».

قال جاكسون: «أكبر بدقيقتين!»

لم ينتبه ديفيد إلى جدال طفليه، لكنه حملق في فوهة البركان الكائنة في قلب مرآب السيارة. لم يغب سوى عامين قبل أن تحيل الحربُ الكرةَ الأرضية إلى قشرة غير آهلة بالسكان، وتحيل والديه إلى رماد. ولمّا كان على مستعمرة سينتانا، وتفصله عن الأرض سنوات ضوئية؛ لم يكن باستطاعته أن يفعل شيئًا.

أومأ ديفيد برأسه، وقال: «هل تريدان أن تريا مكان مولدكما؟»

قالت كلارا: «لا تُذَكِّرْني»، واعتدلت في كرسيها،



JACEY

وأضافت: «فأنا أخبر أصدقائي أنني وُلدت في المستعمرة الرابعة، قبل أن ننتقل إلى سينتانا. هذا أقل إحراجًا بالنسبة لي».

قال ديفيد: «لقد كانت هذه مستشفى يومًا ما». لم يتبق منها سوى أطلال أسياخ من الحديد الصلب البائسة المتدلية، تلتف حولها نباتات معترشة. «كنا جميعًا موجودين، حتى خالك استقل سفينة من سيرفيوس ليشهد مولدك».

هزت كلارا كتفيها قائلة: «لا أذكر ذلك».

قال جاكسون ساخطًا: «ليس من المفترض أن تتذكري، فقد كنتِ طفلة رضيعة!».

«إنني لا أتذكر الأرض بالمرة، إنْ شئت الحقيقة. وأنا سعيدة بذلك. أيّ أناس متخلفون يحرقون أنفسهم وكوكبهم؟!»

أجابها ديفيد بقوله: «أسلافك».

قالت كلارا: «لقد عشت هنا ستة أشهر يا أبي».

«أنا أنتمي إلى سينتانا، ونحن أكثر رقيًّا من هذا الكوكب».

قال ديفيد، وكأنه يحدث نفسه: «ليتني أتيت بكما هنا مبكرًا». اللوم يقع عليه، لأنهما يتعاليان على الأرض، وكل مَنْ ينتمي إليها مثلهما مثل الآخرين. لم تكن لديه الشجاعة من قبل أن يتكلم عن موطنه، أو السبب وراء فراره منه. فالحرب الوشيكة لم تكن لها علاقة بهروبه.

«هناك شيء واحد فقط أريد أن أريكما إيّاه، وبعدها يمكننا استقلال السفينة التالية التي سترحل عن الأرض».

حط ديفيد بالحوامة في قاع نهر جاف. كان المكان في الماضي منسجمًا مع زهور زنبق الماء وحشائش اللبن،

لكنه الآن لا يعرف سوى مجموعة من الشجيرات، نمت من بين القاذورات. تخيل نفسه يمشي بطول ضفة النهر، ويد برايانا الدافئة في يده. كانت أول قبلة لهما في المياه الراكدة للنهر، حيث مستوى النهر أعلى ركبتيهما.

قال ديفيد: «عليكما بارتداء سُتْرَتَيْكما».

عقدت كلارا ذراعيها، قائلة: «لم تقل إنه سيتحتم علينا الخروج من الحوامة».

قال جاكسون: «ذلك أفضل من أن نظل محشورين هكذا لفترة أطول».

رفع جاكسون كرسيه لأعلى؛ كي يستعيد عدته، بينما سخرت كلارا من الموقف للحظة، قبل أن تحذو حذوه.

فور أن خرجوا من الحوامة، أحسّ ديفيد أن أنفاسه صارت لزجة داخل خوذته، وتكاثفت أنفاسه لتغطي واقي الوجه. ورَطَّب العرق إبطيه، وازداد معدل أنفاسه باطراد.

قال ديفيد: «اتبعاني». تَعَرَّفَ على منحنى حاد في قاع النهر على شكل زاوية قائمة تقريبًا. اعتاد السمك الفضي أن يقفز هنا، ومنذ فترة طويلة جدًّا خاض ديفيد بركبة واحدة في الأعشاب المتاخمة لهذه البقعة. تذكَّر كيف بكت برايانا عندما أبرز الشريط البلاتيني. سألت كلارا بعد أن ساروا لبعض الوقت: «أين المكان الذي نقصده؟». وقف ديفيد على علامة من الجرانيت محفورة في القاذورات، حُفر على سطحها الباهت اسم وتاريخ. على مستعمرة سينتانا، ربما كانوا أعطوها شيئًا بحجم المعالم التذكارية، لكن برايانا لم تكن بحاجة إلا إلى ذلك الشريط.

سألت كلارا: «ما هذا المكان؟»

قال ديفيد: «هنا دَفَنّا أمك».

خيَّم الصمت للحظات، بعدها أضاف ديفيد: «لقد كنتما هنا عندما قمنا بدفنها، لكن كان عمركما شهرين، لا أكثر».

قالت كلارا بصوت هادئ، كاد يحول دون خروجه خوذتها: «إنك لا تتكلم عنها كثيرًا. يجب أن تحكي لنا عنها المزيد».

خرّ ديفيد راكعًا على ركبتيه، وتتبع اسم برايانا على الحجر بسبابته. كان كلامه عنها يذكِّره بالحادث، وكل الأشياء التي كان يحاول جاهدًا أن ينساها على مستعمرة سينتانا.

وضع جاكسون يده على كتف أبيه، وقال: «أبي». ردَّ عليه أبوه، ودموعه تجتمع تحت خوذته: «نعم يا بني».

أضاف جاكسون: «آسفٌ لأنني كثير الشكوى».

أومأ ديفيد برأسه مستفسرًا: «هل تريدان الرحيل الآن؟»

أجابت كلارا: «لا، لنمكث قليلاً». ■

شين د. راينوولد خبير اتصالات نهارًا، وكاتب خيال علمي ليلاً (إلا إذا كانت هناك مباراة هوكي مذاعة تليفزيونيًّا بالطبع).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


Principles of Biology
by nature EDUCATION
Principles of Biology
Principles of Biology
Principles of Biology
Bringing
biology to life